

BULLETIN  
DE LA  
SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE  
DE FRANCE

(CETTE SOCIÉTÉ, FONDÉE LE 17 MARS 1830, A ÉTÉ AUTORISÉE ET RECONNUE COMME  
ÉTABLISSEMENT D'UTILITÉ PUBLIQUE, PAR ORDONNANCE DU ROI DU 3 AVRIL 1832.)

TROISIÈME SÉRIE

TOME SEIZIÈME

Feuilles 53-60 (18 Juin 1888)

(un Tableau)

PARIS  
AU SIÈGE DE LA SOCIÉTÉ  
Rue des Grands-Augustins, 7  
1887 A 1888

Le Bulletin paraît par livraisons mensuelles.

JANVIER 1889



# EXTRAIT DU RÈGLEMENT CONSTITUTIF DE LA SOCIÉTÉ

APPROUVÉ PAR ORDONNANCE DU ROI DU 3 AVRIL 1832

ART. III. Le nombre des membres de la Société est illimité (1). Les Français et les Étrangers peuvent également en faire partie. Il n'existe aucune distinction entre ses membres.

ART. IV. L'administration de la Société est confiée à un Bureau et à un Conseil, dont le Bureau fait essentiellement partie.

ART. V. Le Bureau est composé d'un président, de quatre vice-présidents, de deux secrétaires, de deux vice-secrétaires, d'un trésorier, d'un archiviste.

ART. VI. Le président et les vice-présidents sont élus pour une année; les secrétaires et les vice-secrétaires, pour deux années; le trésorier, pour trois années; l'archiviste, pour quatre années.

ART. VII. Aucun fonctionnaire n'est immédiatement réligible dans les mêmes fonctions.

ART. VIII. Le Conseil est formé de douze membres, dont quatre sont remplacés chaque année.

ART. IX. Les membres du Conseil et ceux du Bureau, sauf le président, sont élus à la majorité absolue. Leurs fonctions sont gratuites.

ART. X. Le président est choisi, à la pluralité, parmi les quatre vice-présidents de l'année précédente. Tous les membres sont appelés à participer à son élection, directement ou par correspondance.

ART. XI. La Société tient ses séances habituelles à Paris, de novembre à juillet (2).

ART. XII. Chaque année, de juillet à novembre, la Société tiendra une ou plusieurs séances extraordinaires sur un des points de la France qui aura été préalablement déterminé. Un Bureau sera spécialement organisé par les membres présents à ces réunions.

ART. XIV. Un *Bulletin* périodique des travaux de la Société est délivré gratuitement à chaque membre.

ART. XVII. Chaque membre paye : 1° un droit d'entrée, 2° une cotisation annuelle. Le droit d'entrée est fixé à la somme de 20 francs. Ce droit pourra être augmenté par la suite, mais seulement pour les membres à élire. La cotisation annuelle est invariablement fixée à 30 francs. La cotisation annuelle peut, au choix de chaque membre, être remplacée par le versement d'une somme fixée par la Société en assemblée générale (*Décret du 12 décembre 1873*) (3).

(1) Pour faire partie de la Société, il faut s'être fait présenter dans l'une de ses séances par deux membres qui auront signé la présentation, avoir été proclamé dans la séance suivante par le Président, et avoir reçu le diplôme de membre de la Société (*Art. 4 du règlement administratif*).

(2) Pour assister aux séances, les personnes étrangères à la Société doivent être présentées chaque fois par un de ses membres (*Art. 42 du règlement administratif*).

(3) Cette somme a été fixée à 400 francs (*Séance du 20 novembre 1871*).

## TABLEAU INDICATIF DES JOURS DE SÉANCE

ANNÉE 1887-1888

*Les séances se tiennent à 8 heures 1/2 du soir, rue des Grands-Augustins, 7*

*Les 1<sup>er</sup> et 3<sup>e</sup> lundis de chaque mois.*

Novembre 1887	Décembre	Janvier 1888	Février	Mars	Avril	Mai	Juin
7	5	9	6	5	5*	7	4
21	19	16	20	19	16	28	18

\* *Séance générale annuelle.*

La bibliothèque de la Société est ouverte aux Membres les lundis, mercredis et vendredis, de 11 à 5 heures.

que part le calcaire dévonien sous les schistes. C'est ce qui n'a jamais lieu.

M. de Lacvivier a toujours cru et croit encore que le granite de la Barguillère est antérieur aux schistes qui l'enserrent de toutes parts. Moi, je pense, au contraire, qu'il est postérieur aux schistes, et j'essayerai prochainement de le démontrer.

En parlant de ce granite, pour exprimer qu'il repose dans une dépression des terrains primaires qu'il semble avoir comblée, j'ai dit brièvement « qu'il est *déposé* dans cette dépression » et mon confrère fait remarquer que je semble indiquer par là qu'il est sédimentaire. M. de Lacvivier et moi, serons vite d'accord s'il veut bien donner, comme je l'ai fait, au mot *déposer* le sens propre de poser et non le sens figuré que lui attribuent les chimistes et les géologues. Si j'avais supposé que le granite fût une roche sédimentaire, j'aurais dit qu'il *s'est déposé* dans une dépression, ce que je n'ai eu garde de faire, car je crois et j'ai toujours cru que le granite est une roche éruptive.

Contrairement à ce que j'ai énoncé, mon confrère affirme qu'aucun mouvement du sol n'a eu lieu dans les Pyrénées à la fin de l'époque dévonienne. Il faut que ceci soit affaire d'appréciation ; car il me semble tout naturel de supposer que les plis dont il a été question plus haut, ont commencé à se dessiner avant le dépôt du Carbonifère. Il ne faut pas oublier, en effet, qu'autour du Plateau central ce terrain repose transgressivement sur des formations plus anciennes que le Dévonien. J'ai reconnu qu'il en est parfois de même dans la Montagne Noire, les Corbières et les Pyrénées. De grands mouvements du sol se sont donc produits dans le Midi de la France avant la formation du Carbonifère. Il est vrai qu'à Larbont les couches qui composent ce terrain paraissent concorder avec celle du précédent : mais on ne doit pas citer ce fait en faveur de l'opinion contraire ; car les derniers soulèvements, dans les hautes montagnes, ont été si grands et ceux qui les ont précédés si faibles qu'on a la plus grande peine à apercevoir la discordance qui existe, à la Clape, entre le Miocène inférieur et le calcaire à Réquienies, et à la Montagne Noire, entre le Danien moyen et les schistes siluriens.

*Trias, Jurassique.* — Dans mon étude sur le Crétacé des Petites Pyrénées et des Corbières, je ne me suis guère occupé de ces importantes formations que pour les figurer dans mes coupes. Cependant, j'ai dit, par exemple, qu'à la base des terrains secondaires existaient des conglomérats, des grès, des calcaires et des marnes irisées. Or, dans sa dernière note (1), M. de Lacvivier assure qu'il

(1) *Bulletin de la Société géologique*, 3<sup>e</sup> série, tome XVI, page 247.



faut « remplacer les conglomérats par des poudingues et ajouter à cet ensemble des cargneules ». Mais dans son mémoire sur les terrains primaires (1), il a écrit, lui-même, page 622, que les assises supérieures au Carbonifère de Larbont, c'est-à-dire les permienues et les triasiques, sont constituées par des marnes rouges, du conglomérat rougeâtre, des brèches, des marnes et des grès. Il y a donc des brèches à Larbont, à la base des terrains secondaires, et ce point n'est pas le seul où l'on en trouve. J'ai donc raison de me servir du mot *conglomérat* qui convient à la fois aux brèches et aux poudingues. Quant aux cargneules, il en existe accidentellement, mais elles ne forment pas une couche continue.

M. de Lacvivier suppose que c'est bien le Trias qu'il a vu au col de Capella ; j'ai déjà prouvé qu'il n'en n'est pas ainsi (2). Le vrai Trias, est cependant visible en ce point, et pour le trouver, il n'y a qu'à suivre le ruisseau salé jusqu'au lieu où il coupe la barre de calcaire. Là, ce terrain est constitué par un conglomérat. Mais il est mieux caractérisé dans les environs de Fourtou et surtout dans la profonde entaille que le Torgan s'est creusée dans le bombement de Laferrière. On n'a qu'à l'étudier en ces points et l'on verra qu'il est distinct des marnes gypsifères à Orbitolines et des grès verdâtres qui constituent le Cénomaniens inférieur.

A propos du Lias, M. de Lacvivier me fait dire que j'attribue la brèche liasique au Lias moyen. Mais, dans mon mémoire, j'ai indiqué, expressément, page 603, que l'assise fossilifère qui vient au-dessus, représente à la fois le Lias moyen et le supérieur. Donc, la brèche ne peut représenter que le Lias inférieur, au-dessous duquel existe encore la zone à *Avicula contorta*, L<sup>1</sup> de mes coupes.

Il me fait dire aussi que la dolomie jurassique ne remplace que l'oolithe. Or, j'ai fait connaître (3) que, presque partout, dans les Pyrénées, on remarque une transition ménagée entre cette assise et celles qui représentent le Lias supérieur et le Crétacé inférieur. En ce moment, je l'étudie sur le bord oriental du massif central, et j'observe des faits analogues. Mon contradicteur prétend qu'elle n'a qu'une faible puissance ; mais on sait que l'épaisseur d'une couche n'est presque jamais proportionnelle à la durée de sa formation. Du reste, tel n'est pas le cas pour la dolomie ; car, de toutes les assises secondaires qui ne sont pas détritiques, c'est la plus puissante. Je trouve dans l'une de mes coupes prise à Pradières :

(1) *Bulletin de la Soc. Géol.*, 3<sup>e</sup> série, tome XIV, page 622.

(2) *Bulletin de la Société géologique de France*, 3<sup>e</sup> série, tome XVI.

(3) *Bulletin de la Société géologique de France*, 3<sup>e</sup> série, tome XV, page 601.

- Dolomie jurassique, 200<sup>m</sup>.
- Brèche calcaire à ciment ferrugineux, calcaire lithographique alternant avec dolomie, et bauxite, 30<sup>m</sup>.
- Calcaire à Réquiénies et à Radiolites, 20<sup>m</sup>.
- Calcaire à Orbitolines, 30<sup>m</sup>.
- Bancs de calcaire pétri de fossiles albiens, 4<sup>m</sup>.

Ainsi, à Pradières, la dolomie a une épaisseur de 200 m. et même, en certains points, de 250 m. alors que toutes les couches qui tiennent la place du Crétacé inférieur n'en ont pas 100. Pour ces motifs, il me paraît que cette assise représente tout le système oolithique, c'est-à-dire tout le Jurassique, le Lias excepté.

J'ai placé dans le Primaire, les calcaires du pic de Bugarach qu'on avait attribués, sans preuves, au Jurassique. M. de Lacvivier trouve mon opinion inadmissible, je ne sais pourquoi ; car j'ai montré que ce qui existe là vient au-dessous du Trias. Sous les marnes irisées des Roubis, on trouve, en effet, les calcaires souvent dolomitiques qui forment le pic de Bugarach, et qui sont semblables aux calcaires du massif de transition de Monthoumet, et non à la dolomie fétide du Jurassique.

*Crétacé inférieur.* — Dans mon mémoire sur le Crétacé, j'ai fait connaître que, dans les Petites Pyrénées et les Corbières, à la suite de la série jurassique, vient une assise de calcaire bréchiforme qui, à Saint-Antoine de Galamus n'a pas moins de 800 mètres de puissance. M. l'abbé Pouech, dans le bassin de Tarascon-Ussat, l'a très bien distinguée de la dolomie. Dans une note que je viens de communiquer à la Société, j'ai fait connaître que partout, dans les grandes Pyrénées, entre Saint-Béat et la Méditerranée, elle existe au-dessus de cette même dolomie, et qu'elle est constituée par des calcaires marmoréens bréchoïdes ou des calcaires à Nérinées, avec hématite rouge ou brune. Dans le bombement de Foix, comme ailleurs, cette assise est formée par des calcaires à Nérinées, des brèches, du calcaire lithographique et quelques bancs de dolomie, qui, par endroits, alternent avec le calcaire lithographique. Le tout est barbouillé de rouge et avec des lits de bauxite qui se montrent tantôt un peu plus haut et tantôt un peu plus bas dans la série ; mais surtout à la partie supérieure. Ces caractères me paraissent suffisants pour distinguer cette assise de la dolomie, et cependant M. de Lacvivier nous dit « qu'il ne peut adopter cette idée que rien ne justifie ».

Il a vu, au Pech, au-dessus de la bauxite, une strate de calcaire à Brachiopodes, et il suppose que c'est ce que j'appelle bauxite fossilifère. Non, ce n'est pas cette couche-là, mais la vraie bauxite, avec



tous ses pisolithes. A l'Arize, la partie supérieure de la dolomie est déjà pétrie d'Huitres qui deviennent beaucoup plus rares dans la bauxite même. Celle-ci est pétrie de pisolithes et aussi d'Orbitolines et de Gastéropodes dont les plus communs sont les Nérinées et les cérites; mais dont les plus importants sont le *Natica Cornuelli* et le *Rostellaria Dupiniana* que j'ai pu comparer, à la Sorbonne, avec les exemplaires de la couche rouge de Wassy. Au-dessus viennent des calcaires marneux qui renferment tout autant de Gastéropodes et encore tachés de rouge, et, à la suite, des calcaires qui ne le sont plus, mais qui sont toujours pétris d'Orbitolines et de Nérinées. La bauxite est en couches presque verticalement dressées, que j'ai explorées jusqu'à une certaine profondeur. Elle se transforme latéralement, d'un côté, en une brèche dont le ciment est ferrugineux et les fragments sont dolomitiques et, de l'autre, en un calcaire à Nérinées pétri d'Huitres par places. Tout cet ensemble présente de nombreux débris ligniteux et j'ai trouvé, gisant sur le sol, un tronc d'arbre pétrifié qui en provient. Et, si l'on se rappelle qu'à Péréille la bauxite renferme un lit de vrai lignite, on voit encore que, contrairement à ce que suppose M. de Lacvivier, cette formation est un dépôt de rivage. Par endroits, on trouve, ai-je dit, des calcaires lithographiques : peut-être sont-ils d'origine lacustre comme presque tous les calcaires compacts des Pyrénées.

Enfin, lorsqu'on se souvient qu'au Pech Saint-Sauveur, M. Hébert a signalé des Nérinées et des brèches à la partie supérieure de la dolomie et sous la bauxite, dans l'aile nord du bombement de Foix : que, dans l'aile sud, les Nérinées se retrouvent au-dessus de cette même bauxite, et qu'au sommet du Pech la bauxite même se transforme en calcaire à Nérinées ; lorsqu'on remarque que cette couche rouge apparaît tantôt sur le calcaire lithographique, tantôt au-dessous, tantôt même à la partie supérieure de la dolomie, et qu'à l'Arize, la partie supérieure où elle se montre renferme les fossiles du Néocomien ; lorsqu'on se rappelle, dis-je, que dans la partie haute de la chaîne il y a, au-dessus de la dolomie, une grande masse de calcaire bréchoïde caractérisée par la présence de l'hématite rouge, on trouve plus de raisons qu'il n'en faut pour admettre, dans les Pyrénées, l'existence d'une puissante assise de brèche et de calcaire à Nérinées, avec oxyde de fer, qui représente le Crétacé inférieur et peut-être aussi le Jurassique supérieur ; et l'on ne peut s'empêcher de trouver très curieux, ainsi que me le faisait récemment remarquer M. Hébert, que, dans le Midi comme dans le Nord de la France, il existe des couches rouges à la partie supérieure du

Néocomien. M. de Lacvivier est libre de ne pas adopter cette opinion. Moi, je la trouve justifiée.

Parlant de l'existence supposée, dans les Pyrénées, de l'Urgonien, de l'Aptien et du type urgo-aptien, mon confrère dit que la question n'a pas fait un pas de plus. Mais, il me semble qu'elle en a fait plusieurs, au contraire. J'ai d'abord démontré qu'un très grand nombre de calcaires qu'on avait rattachés à l'Urgonien sont cénomaniens. J'ai ensuite indiqué que, dans les bassins de Quillan et de Saint-Paul-de-Fenouillet et à la Clape, les assises marneuses se transforment latéralement en calcaires à Réquiénies. Par conséquent, cette fameuse récurrence des Réquiénies, dont on a tant parlé, n'a pas sa raison d'être, puisque les fossiles qu'on disait disparus n'avaient fait que changer d'habitat. Plus récemment, j'ai fait connaître qu'il existe parfois des sections de Rudistes dans les assises immédiatement superposées à la dolomie (1), ce qui permet de supposer que les Réquiénies ont fait leur apparition plus tôt qu'on ne le présume généralement. Lorsque ces faits seront bien mis en évidence, l'existence du sous-étage urgonien ne sera plus admise. Est-il bien utile dès lors d'y rattacher tant de calcaires, ceux qui ne renferment pas de Réquiénies comme ceux qui en renferment? Quant au type urgo-aptien, je n'en ai pas admis l'existence. A la Clape, il est vrai, il y a une transition ménagée entre l'Urgonien et l'Aptien. Mais j'ai montré que cette même transition se retrouve à Quillan, entre l'Aptien et le Gault; à Fonfroide, entre le Gault et le Cénomani, et ailleurs, entre tous les étages du Crétacé supérieur. Une transition tout aussi remarquable existe entre le Crétacé et l'Éocène, et entre tout les étages de ce dernier système; et il est déjà possible d'entrevoir qu'il est de même pour les terrains primaires. Comme on ne peut réunir tous les termes de la série sédimentaire sous une dénomination unique, on doit admettre que tous sont représentés dans les Pyrénées, bien qu'il soit peut-être moins facile de les délimiter là qu'ailleurs.

M. de Lacvivier nous dit qu'il a trouvé des Réquiénies à la source salée et à Bugarach où serait l'Urgonien. Il y a en effet, des Réquiénies en ces deux points; mais ce ne sont pas les *Requienia Lonsdalei*, d'Orb. Depuis longtemps d'Orbigny y a trouvé l'espèce qu'il a décrite, dans la *Paléontologie française*, sous le nom de *R. carinata*, d'Orb. Récemment, j'en ai mis entre les mains de M. Munier-Chalmas plusieurs exemplaires que j'ai trouvés à la source salée et à

(1) *Bulletin de la Société géologique de France*, 3<sup>e</sup> série, tome XVI.



Bugarach. Sur ce dernier point, ils sont communs jusque dans les couches à Hippurites.

*Albien, Cénomanién.* — Le Cénomanién est le terrain à la description duquel je me suis le plus attaché, dans mon mémoire sur le Crétacé, parce qu'il est peu connu dans les Pyrénées. J'y ai signalé plus de soixante espèces de fossiles, dont quarante sont des Échinides déterminés avec soin par M. Cotteau. J'ai montré qu'un certain nombre de couches, qu'on avait à tort attribuées au Gault ou à l'Urgonien, devaient y être rapportées, et aussi, que cet étage repose très souvent sur la dolomie jurassique ou le Lias, après avoir fragmenté, pour se les incorporer, les éléments constitutifs du Crétacé inférieur. Or, M. Hébert et M. Munier-Chalmas m'ont fait remarquer que je n'avais pas assez mis en évidence ce dernier fait, qui est fort important. Parmi les fossiles qu'on trouve dans le Cénomanién des Pyrénées, quelques-uns, en effet, existent déjà dans les étages précédents. Rien d'étonnant, ai-je dit, puisque le Cénomanién s'est formé aux dépens de ces étages. Mais cette indication est passée inaperçue, et je vais insister ici en rapportant quelques observations, dont les plus intéressantes ont été déjà citées dans mon mémoire sur le Crétacé. J'ai fait connaître qu'en un grand nombre de lieux, le Cénomanién s'est substitué au Crétacé inférieur; mais presque toujours, dans ces lieux, il est resté quelques vestiges de la formation primitive. Dans la partie haute du val de Pradières, par exemple, c'est un lambeau de bauxite, et, sous le Couchet, un îlot de bauxite et de calcaire à Réquiéniés qui affleurent sous la brèche cénomaniénne, formée aux dépens de ces roches. Au Pech de Leichert, ce sont deux résidus de calcaire, l'un pétri de Nérinées et l'autre de Radiolites, et, dans les environs de Roquefixade et de Péréille, des lambeaux de bauxite et de calcaire urgonien, qui apparaissent sous les marnes et sous les calcaires grumeleux ou compactes, pétris de fossiles cénomaniens. Presque partout, lorsqu'il y a transgressivité, les couches cénomaniennes renferment, outre les espèces qui les caractérisent, des myriades de pisolithes provenant de la bauxite, et aussi, quelques-uns des fossiles qu'on trouve, en place, dans les couches des âges précédents. Tels sont les *Horiopleura Lamberti*, les *Terebratella Delbosi*, les Nérinées, dont le test, souvent silicifié, fait saillie à la surface des calcaires rouges. Quelquefois même apparaissent les fossiles du Lias, et, à Sézenac, j'ai recueilli deux *Terebratula subpunctata* à côté des *Micraster antiquus*, tandis qu'à l'Arize, les *Pecten equivalvis* gisent pêle-mêle avec les *Discoidea subuculus*.

Est-ce à dire que tous les fossiles qu'on trouve dans le Cénomanién et qui existent dans l'Urgonien ou le Gault des Pyrénées, proviennent



de ces derniers âges? Je ne le pense point. Car, ainsi que je l'ai fait remarquer dans mon mémoire sur le Crétacé, certains d'entre eux se montrent partout où apparaissent les calcaires coralliens ou grumeleux, depuis le Néocomien jusqu'au Cénomanien inclusivement. De ce nombre sont certaines espèces d'*Orbitolines* et de *Térébratules*, et la *Terebratella Delbosi*. Les mêmes espèces d'*Orbitolines* paraissent avoir existé dans les mers aptiennes, albiennes et cénomaniennes. J'en ai mis récemment sous les yeux de M. Munier-Chalmas un très grand nombre d'exemplaires, qu'on retrouve dans tous les gisements coralliens, mais qui accompagnent aussi le grand *Orbitolina concava* dans les gisements à Caprines des Corbières, où il n'existe pas de mélange de fossiles. Or, le savant paléontologiste n'a pu, à première vue, trouver la moindre différence entre celles qui proviennent des gisements aptiens et celles des couches cénomaniennes, et il se propose d'en faire l'étude au microscope, pour les distinguer, s'il est possible, les unes des autres. Du reste, tout gisement nouveau apporte avec lui son enseignement, et l'on y rencontre toujours quelque fossile qu'on ne s'attendait pas à y trouver. C'est ainsi qu'à Saint-Julia-du-Bec, dans un calcaire marneux venant au-dessus des marnes albiennes, j'ai découvert, englobé dans une lumachelle de *Janira quinquecostata*, un grand nombre de *Terebratula* que j'hésitais à rapporter au type *T. praelonga*, parce que l'espèce qu'on retrouve plus bas dans la série, dans les mêmes endroits, est plus petite; mais M. Munier-Chalmas m'en a montré de semblables à la Sorbonne. Voilà donc le *Ter. praelonga* qui s'élève jusqu'au Cénomanien, dans ces mêmes gisements de Saint-Julia, où l'*Ostrea aquila* remonte dans l'Albien (1).

Ces observations montrent qu'on ne saurait être trop prudent, dans les Pyrénées, quand il s'agit des conséquences à tirer de la présence, dans une couche, de tel ou tel fossile. Dans ces montagnes, la Stratigraphie a souvent raison de la Paléontologie. Pour l'étude du Cénomanien, par exemple, j'ai commencé par découvrir les assises qui devaient tenir lieu de cet étage, et j'ai trouvé les fossiles ensuite. Ces recherches ont été laborieuses; car il m'a fallu suivre les couches sur de vastes surfaces, lutter contre des difficultés de toutes sortes et me tenir en garde contre les erreurs accumulées par ceux qui m'avaient précédé. Avant moi, en effet, plusieurs géologues avaient étudié le Cénomanien dans les Pyrénées. De ce nombre est M. de Lacvivier, qui revendique une part dans la découverte de cet étage. Examinons ce qui lui revient.

(1) *Bull. de la Soc. Géol. de France*, 3<sup>e</sup> série, t. XV, p. 623 et 624.

A la suite de Magnan, M. de Lacvivier a admis, dans le département de l'Ariège, la présence du Cénomanien, auquel il a rapporté tous les conglomérats qu'il a aperçus dans le Crétacé. Dans ceux de Péréille, il a signalé l'*Orbitolina concava*. A la suite de Magnan aussi, il a étudié le Gault d'Audinac, et comme, là, ce terrain est constitué par des marnes et des calcaires noirs, il a généralement attribué au Gault toutes les roches de cette sorte qu'il a trouvées au-dessus de l'Urgonien. Mais comme tous les conglomérats crétacés ne sont pas cénomaniens et toutes les couches noires, albiennes; et comme, d'un autre côté, d'importantes masses de calcaire, qu'il a rapportées à l'Urgonien ou au Gault, sont cénomaniennes, il s'ensuit que ses descriptions sont inexactes. Je vais préciser :

Dans le val de Pradières, l'Albien est ainsi composé :

1. Calcaire gris, grossièrement noduleux par endroits, avec *Serpules* et *Turritella Vibrayeana*; 1<sup>m</sup>.

2. Calcaire gris avec parties vertes, à *Ammonites Beudanti*, *Am. mamillaris*, *Discoidea conica*, *Hemiaster minimus*, *Peltastes Studeri* et autres fossiles albiens (70 espèces environ); 0<sup>m</sup>50.

3. Grès vert avec calcaire noduleux intercalé; 2<sup>m</sup>. Dans cette couche apparaissent déjà certains fossiles cénomaniens tels que le *Discoidea Arizensis*.

Au-dessus de ces couches, vient une puissante formation de calcaire noduleux noir et de marnes noires, où se trouvent irrégulièrement disséminés une multitude d'îlots de calcaire corallien, le plus souvent bréchiformes ou grumeleux, mais quelquefois subcompactes. Ces calcaires noduleux et grumeleux se retrouvent en une foule d'endroits, tant dans le département de l'Ariège que dans celui de l'Aude, et ils renferment quarante espèces d'échinides et trente autres espèces de tout genre, toutes caractéristiques de l'étage cénomanien. Dans les calcaires bréchiformes apparaissent un certain nombre d'autres fossiles qu'on retrouve plus bas, dans les calcaires urgoniens ou autres; mais cela ne doit pas nous surprendre, puisque, ainsi que je l'ai dit plus haut, ces calcaires se sont formés, en partie, aux dépens des calcaires urgoniens. Les calcaires noduleux et les calcaires bréchiformes, qui ne constituent qu'une seule et même assise, sont donc cénomaniens. Dans le département de l'Ariège, on les trouve à Pradières; à Laborie, près de Foix; à Vernajoul; à Sézenac; à Leichert et à Roquefixade, au sommet du Pech; à Péréille; à Cadarcet; à Saint-Martin de Caralp, et ils constituent un vaste plateau dont Roquebrune est le centre, entre l'Arize, Pondeau, Clermont et Rimont. Partout les fossiles cénomaniens existent, et cependant M. de Lacvivier a rapporté ceux de Pradières, de Laborie et de Péréille, à l'Albien; ceux du plateau de Roquebrune et de Cadarcet, au



Gault ou à l'Urgonien; ceux de Vernajoul, de Leichert, de Roquefixade, de Saint-Martin-de-Caralp, à l'Urgonien; et ceux de Sézenac, où M. Ambeyrac a trouvé l'*Holaster subglobosus* et le *Discoidea cylindrica*, au Cénomanien.

A Laborie, sur la rive droite de l'Ariège, les calcaires noduleux cénomaniens sont presque complètement cachés par le glaciaire; mais un îlot de calcaire bréchoïde est visible sur le bord de la route. M. de Lacvivier l'a aperçu et en fait la description suivante (1) :

« En suivant la routé qui conduit à Pradières, on trouve, au delà de Laborie, une carrière qui a été abandonnée récemment. Après avoir enlevé, pour l'empierrement des routes, les calcaires urgoniens caractérisés par le *Cidaris pyrenaïca*, on a trouvé un conglomérat jaune et verdâtre, situé dans les dépressions, plaqué contre les assises sous-jacentes, et employé à la fabrication du gravier. Cette couche est assez faible et s'éboule, si bien qu'elle disparaîtra avant peu. J'ai trouvé là-dedans des fragments d'Ammonites, plusieurs exemplaires du *Discoidea conica*, et d'autres fossiles en mauvais état. Indépendamment de cette espèce de conglomérat, il y a des lits minces de marnes jaunes et noirâtres et quelques vestiges de calcaire noduleux. Bien que cet ensemble renferme les fossiles du Gault, j'hésite à le rapporter à ce terrain, parce que tout cela paraît remanié et qu'il semble qu'il y ait discordance entre les assises et les calcaires urgoniens. Sur quelques points ceux-ci présentent à la surface des *Turritella* du Gault, *T. Vibrayeana*; ces fossiles ne font pas partie de la roche et sont manifestement collés dessus. »

Ce conglomérat jaune-verdâtre n'est autre que le calcaire grumeleux cénomanien. M. de Lacvivier y signale le *Discoidea conica*; mais c'est le *Discoidea subuculus* et le *Discoidea Arizensis* qu'il faut lire (2); et l'on peut y ajouter le *Pygaster truncatus* et le *Cidaris Sorigneti* qui s'y trouvent aussi.

Cependant mon confrère déclare dans ses Etudes géologiques, à la page 3, « qu'il n'a pu voir nettement les relations stratigraphiques qui existent entre l'Albien et le conglomérat cénomanien » : C'est à Laborie qu'il aurait dû le chercher; car le vrai Gault, avec ses fossiles y existe sous le conglomérat verdâtre qu'il a rapporté à cet âge. Voici comment je l'ai découvert. Après avoir trouvé, sous les éboulis du Val de Pradières, cinq ou six affleurements des couches albiennes, je me suis aperçu que ces points sont en ligne droite. Alors, pour

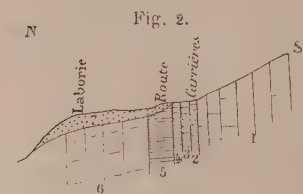
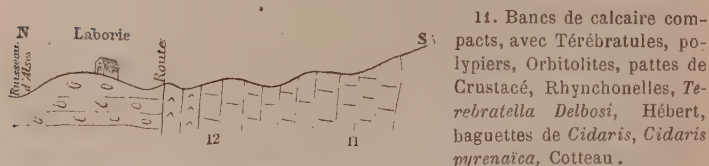
(1) Etudes géologiques sur le département de l'Ariège, page 141.

(2) Cette confusion se retrouve souvent dans les Etudes géologiques sur le département de l'Ariège.

en découvrir de nouveaux, je me suis servi de l'équerre d'arpenteur et de jalons, et, passant sous le conglomérat que M. de Lacvivier rapportait au Gault, je suis arrivé, de proche en proche, jusqu'à une carrière qu'on venait d'ouvrir à Laborie même. Là, la couche de calcaire gris, bigarré de vert, est caractérisée comme dans le Val de Pradières; elle est toujours épaisse d'environ 0<sup>m</sup>50; mais elle n'est plus aussi fossilifère, car je n'y ai trouvé qu'un seul fossile qui soit vraiment déterminable l'*Hemiaster minimus*. Mais les grès verts qui sont au-dessus, renferment de nombreux *Ammonites mayorianus* et *Turritella Vibrayeana*, avec d'autres fossiles albiens; et aussi, le *Discoidea arizensis* du Cénomanien.

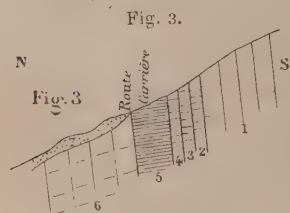
Voici la disposition des couches telle que la représentée M. de Lacvivier dans sa coupe (1).

Fig. 1. (fig. de M. de Lacvivier.)



Et maintenant, voici cette disposition telle qu'elle existe réellement (fig. 2 et 3).

La figure 2 passe par Laborie et la figure 3 par le point où le conglomérat céno-manien est visible.



- |  |                   |
|--|-------------------|
| 1. Calcaire à Orbitolines  |                   |
| 2. Calcaire à serpules. . . . .  | 1 <sup>m</sup> 00 |
| 3. Bancs de calcaire gris, bigarré de vert, à <i>Hemiaster minimus</i> . . . .   | 0 <sup>m</sup> 50 |
| 4. Grès vert et calcaire noduleux, avec <i>Ammonites mayorianus</i> , <i>Turritella Vibrayeana</i> et <i>Discoidea arizensis</i> . . . . . | 2 <sup>m</sup> 00 |

(1) Etudes géologiques sur le département de l'Ariège, page 88, fig. 3.



5. Conglomérat constitué par des fragments de calcaires urgoniens et autres agglomérés par un ciment argileux ou gréseux verdâtres, avec  
*Discoidea arizensis*, *Cidaris Sorigneti*, *Pygaster truncatus* . . . . . 8<sup>00</sup>
6. Calcaire noduleux et marnes, invisibles à Laborie.
7. Dépôts glaciaires.

Ces trois coupes montrent jusqu'à l'évidence que M. de Lacvivier a confondu à Laborie le Gault avec l'Urgonien en supposant qu'il y ait là de l'Urgonien, et qu'il a rapporté à l'Albien le conglomérat cénomanien. Elles font connaître aussi, nettement, les relations stratigraphiques qui existent entre ces trois étages.

Les calcaires de Laborie, cachés sur une longueur de 1500 mètres environ par les dépôts glaciaires de la vallée de l'Ariège, affluent au delà de Vernajoul. Ici les couches du Gault, déjà peu fossilifères à Laborie, ne le sont plus et ne peuvent être reconnues. Mais il n'en est pas de même des calcaires grumeleux qui se présentent toujours sous leur faciès typique et forment des îlots dans les marnes et les grès cénomaniens. Or, M. de Lacvivier qui avait rattaché les calcaires noduleux et bréchiforme de Pradières et de Laborie au Gault, avait eu l'idée de rapporter au Cénomaniens ceux de Vernajoul, parce qu'il les croyait supérieurs à l'Albien, quoique ce dernier étage ne soit pas visible à Vernajoul. En 1882, il montra aux membres de la Société géologique qui s'étaient réunis à Foix, ceux que coupe la route de Vernajoul à Boulou, et ces calcaires donnèrent lieu à une intéressante discussion. M. Hébert fit observer que ce ne sont pas de vrais conglomérats et qu'ils ne sont constitués que par des calcaires urgoniens, il supposait que les argiles qui les englobent, proviennent de l'action dissolvante de l'eau sur la roche urgonienne complètement disloquée en ce lieu (1). Et M. de Lacvivier se rangea à l'opinion de l'illustre professeur. Mais s'il avait pu produire quelques-uns des *Discoidea subuculus*, des *Cidaris Sorigneti* ou des *Ostrea flabella*, qu'on y trouve ; ou si, sortant de la route, il avait montré les îlots de calcaire bréchiforme disséminés, çà et là, à tous les niveaux, au milieu des marnes et des grès ; ou mieux encore, si, sur l'autre rive de l'Ariège, à Laborie, il avait fait observer que ces calcaires sont superposés au vrai Gault, M. Hébert aurait reconnu qu'ils ne sont, si l'on veut, que des calcaires urgoniens, mais qu'ils ont été disloqués, remaniés, par la mer cénomanienne, et que les argiles, les marnes et les grès qui les englobent, ont été formés par cette mer. Voilà pourquoi j'attache une certaine importance à la découverte du vrai Gault

(1) *Bull. de la Soc. géol. de France*, 3<sup>e</sup> série, t. X. pages 539 et 540.

à Laborie, sous le calcaire bréchiforme que M. de Lacvivier rattachait à l'Albien.

L'exposé qui précède nous montre la part que M. de Lacvivier a prise à la découverte du Cénomanien dans le département de l'Ariège : mon confrère ayant rattaché les calcaires noduleux et grumeleux au Gault ou à l'Urgonien, il en résulte que, presque partout, ce qu'il a figuré comme albien ou urgonien est Cénomanien ; et, cependant, on trouve dans sa carte une très large bande de Cénomanien ; c'est que, ainsi que nous allons le voir, il a attribué à cet étage la plupart des assises supérieures du Crétacé (1).

*Turonien, Sénonien, Danien.* — Dans mon mémoire sur le Crétacé, j'ai montré qu'au nord du bombement de Foix, on trouve, au-dessus du Cénomanien, une énorme masse de marnes et de grès qui représente, à la fois, le Turonien, le Sénonien et le Danien inférieur. C'est le plus souvent aux dépens de cette formation que M. de Lacvivier s'est taillé la bande nord de son Cénomanien. Il me fait dire que je rapporte au Danien les conglomérats de Camarade et de Cabanères, ce qui n'est pas. Mais encore faut-il s'entendre ; à Camarade et à Cabanères, il n'y a guère que des grès, des marnes et des quartzites avec quelques amas lenticulaires de conglomérats. Les conglomérats cénomaniens, dits de Camarade, doivent être cherchés non à Camarade même, mais à 5 ou 6 kilomètres au sud de ce village, à Clermont, où ils ont été indiqués dans ma coupe 20 et dans la figure 73 de M. de Lacvivier.

Au-dessus viennent des marnes, épaisses à Clermont d'environ 1500 mètres, qui représentent le Turonien et le Sénonien ; car on y trouve des hippurites. Il semble que M. de Lacvivier rattache maintenant ces marnes à la craie supérieure, puisqu'il y signale lui-même des hippurites à Cadarcet ; mais sur sa carte, il a constamment placé, dans le Cénomanien la zone où elles se développent.

(1) Dans ce qui précède, je n'ai pas parlé du Rocher de Foix. M. de Lacvivier le croit urgonien ; mais il pourra s'assurer que sur son pourtour, il passe au calcaire grumeleux, et qu'au-dessous, dans le lit de l'Arget et dans celui de l'Ariège affluent tous les calcaires qui constituent le vrai Urgonien du Pech Saint-Sauveur. Du reste, les calcaires qui forment ce rocher, n'existent pas seulement sous le château de Foix ; on les retrouve encore sur la rive droite de l'Arget, où ils forment une bande rocailleuse, séparée du calcaire du Pech Saint-Sauveur par une assise marneuse. Cette bande se prolonge jusqu'au Rocher de Caralp. Au Bastié, elle est transgressivement adossée à la dolomie jurassique et aux calcaires s'ajoutent de nombreux lits de marnes à *Holaster subglobosus*. A Couleil, les calcaires renferment le *Solenia scutigera* et l'assise des marnes et des grès verts sous-jacente, de nombreux *Discoidea subuculus* ; le tout est adossé à des calcaires noduleux, sous lesquels viennent les couches à *Ostrea macroptera* et *Terebratula sella* du rocher de Caralp.



A cette assise, succèdent les grès et les quartzites de Cabanères, qui constituent, manifestement, le prolongement de ceux que mon confrère a étudiés sur les rives du Volp, à Contrazy, à Rieubach, à Labarre. Or, dans ces divers lieux, il les rapporte au Sénonien, tandis qu'à Cabanères, il les englobe dans le Cénomanien, ce qui est d'autant plus surprenant qu'il a pu voir, à Clermont, les vrais conglomérats dont se compose cet étage.

Pour la classification de ces grès de Labarre et du Volp, contrairement à ce qu'il nous dit, il n'a pas adopté les idées de M. Hébert, qui les rattache au Danien; mais bien, pour une bonne part du moins, celles de Leymerie.

Il nous fait remarquer aussi qu'il a contribué à l'étude des couches à *Micraster tercensis*, dans le département de l'Ariège: je n'ai jamais prétendu le contraire; mais cette fois encore, il n'a pas su éviter les erreurs dans lesquelles était tombé Leymerie.

M. de Lacvivier a figuré sur sa carte, au sud du bombement de Foix, entre l'Hers et l'Ariège, une autre large bande où le Cénomanien et l'Albien auraient un grand développement; et pour expliquer la présence de ces terrains, il a admis là un gigantesque renversement. Or, j'ai prouvé, à la suite de M. Hébert, que ce renversement n'existe pas, de sorte qu'ici encore, mon confrère a mis l'Albien et le Cénomanien à la place du Crétacé supérieur. Dans mon mémoire, en effet, j'ai montré que les assises qui sont dans cet endroit, sont les mêmes que celles qui constituent le Sénonien et le Danien dans les Corbières, où il n'y a pas de renversement, et que, de part et d'autre, la disposition est identique; car, partout, les couches plongent au Sud et butent contre des calcaires secondaires plus anciens. Ces assises se superposent dans l'ordre suivant:

1° Couches à *Hippurites organisans*;

2° Couches à *Orthopsis miliaris*, *Hemiaster Gauthieri* et *Cyphosoma Archiaci*;

3° Couches à *Micraster brevis* et banc puissant de Rudistes;

4° Marnes bleues ou noires;

5° Brèches, avec grès et marnes.

La disposition des couches est bien, du reste, telle que je l'ai représentée dans les planches 1 et 2 de mon mémoire, et pour s'en convaincre, il suffit de les comparer avec celles que M. de Lacvivier a lui-même publiées, savoir, pour les petites Pyrénées, les coupes 36, 38, 39, 74 et 75 de ses *Études géologiques*, et, pour les Corbières, la figure 3 de son *Étude comparative des terrains crétacés de l'Ariège et de l'Aude* (1).

(1) Bull. de la Soc. Géol. de France, 3<sup>e</sup> série, t. XIV, p. 639.

Or, il est absolument certain qu'il n'y a pas de renversement dans les Corbières, donc il n'y en a pas non plus dans les Petites Pyrénées. Ici, M. de Lacvivier rapporte les marnes 4 au Gault et les brèches 5 au Cénomanien, et il admet qu'il y a renversement : les brèches devraient donc plonger sous les marnes ; mais c'est le contraire qui a lieu ; on peut s'assurer, en effet, qu'entre Freychenet et Montségur, les brèches constituent la partie supérieure de la formation ; il est donc absolument impossible qu'il y ait renversement. En outre, il a suffi à M. Hébert, pour prouver que le renversement n'existe pas, de montrer qu'à Villeneuve-d'Olmès, les Hippurites ont conservé dans leur lit de calcaire, la position qu'ils occupaient de leur vivant.

Tels sont les arguments que M. de Lacvivier aurait dû réfuter : voyons s'il l'a fait.

Il nous dit que les marnes noires de Fougax sont albiennes et il suppose qu'elles se prolongent dans l'Ouest sur les conglomérats qu'il rapporte au Cénomanien. Il est très vrai que les marnes de Fougax sont albiennes ; mais elles ne se prolongent pas dans l'Ouest, au-dessus des brèches qu'on voit partout à la partie supérieure. Je montrerai, du reste, prochainement, que la disposition des couches à Fougax et à Montségur, n'est pas telle que mon confrère l'a figurée.

Il nous révèle que M. l'abbé Pouech a recueilli dans la brèche, un fossile caractéristique du Cénomanien. Mais ce fossile, en supposant qu'il existe et qu'il soit bien déterminé, que prouve-t-il, dans un conglomérat, alors que, dans les Corbières, les poudingues de l'Éocène supérieur sont, par endroits, remplis de fossiles liasiques ?

Il donne à entendre que pour expliquer l'allure des couches, j'ai imaginé un bombement qui n'existe pas. Mais il sait bien que M. Hébert l'a représenté avant moi (1). Ne l'indique-t-il pas lui-même, en quelque sorte, dans ses coupes 38 et 39 ? Et, pour le même lieu, n'en a-t-il pas imaginé un autre qu'il n'a pas encore figuré (2) ? Où sera donc celui-ci, si ce n'est au point où les couches sont anticlinales ?

Il me demande ce que sont devenus, à Bénéaix, les grès sénoniens et les assises du Danien inférieur qui devraient constituer l'aile nord de ce bombement. Je l'ai déjà dit dans mon mémoire, p. 611. Ces couches sont recouvertes transgressivement par le Danien moyen et supérieur et par l'Éocène. Il a lui-même reconnu que cette transgressivité existe à la Cluse de Péreille, lorsqu'il a constaté, dans sa

(1) *Bull. de la Soc. Géol. de France*, 3<sup>e</sup> série, t. X, p. 580.

(2) *Bull. de la Soc. Géol. de France*, 3<sup>e</sup> série, t. XV, p. 590.



coupe 65 (1), que l'étage sénonien et les grès daniens manquent sous les marnes rouges daniennes. Du reste, n'a-t-il pas remarqué qu'à Bélesta, l'aile sud du bombement plonge, elle aussi, sous les marnes rouges du Danien moyen ?

M. de Lacvivier n'a pas soulevé d'autre objection ; mes arguments, qu'il n'a pas tenté de réfuter, demeurent debout. Donc le renversement admis par lui, n'existe point, et ce qu'il attribue au Crétacé inférieur doit être rapporté au supérieur.

Je viens de répondre, en détail, aux critiques de mon confrère ; j'ai démontré qu'aucune d'elles n'est justifiée ; tous les faits que j'avais essayé d'établir, restent, jusqu'à ce jour, acquis à la science.

M. Rolland envoie une note sur la géologie du Djebel Zaghouan, en Tunisie, grande chaîne de montagnes, au pied de laquelle jaillissent les fameuses sources de ce nom (2).

Le Djebel Zaghouan est dû à un soulèvement accompagné d'une grande faille, dirigée presque exactement N. E.-S. O.

Le long de cette faille, les terrains crétacés inférieurs, marnes et calcaires du Néocomien, avec Bélemnites plates, calcaires, marbres, à faciès coralligène, de l'Urgonien, ont été relevés jusqu'au contact des terrains éocènes, représentés par la grande formation des grès et marnes à *Ostrea strictiplicata* déjà décrite dans l'Est de la Tunisie centrale.

M. Rolland n'a pas constaté la présence du Jurassique, signalé au Djebel Zaghouan par M. Neumayr ; mais il n'a exploré en détail que la partie Nord-Est de la chaîne, et c'est plutôt vers le milieu de la chaîne, où l'amplitude du soulèvement est maxima, qu'on doit avoir chance de rencontrer le Jurassique, s'il existe réellement.

Le même système infracrétacé qu'au Zaghouan se poursuit au Nord-Est et au Nord-Ouest ; en particulier, il constitue les Djebel Resas, Bou-Kournine, Mokta, ainsi que M. Rolland l'avait indiqué dès 1885.

(1) Etudes géologiques sur le département de l'Ariège.

(2) Le manuscrit de M. Rolland n'étant pas arrivé au secrétariat au moment de l'impression, sera inséré à la suite d'une séance ultérieure.

*Note sur la région paléozoïque orientale de l'Hérault  
au point de vue de la faune première,*

par M. de Rouville.

Aussi favorable à la découverte des gisements de la faune première se montre (1) la région occidentale de l'Hérault, aussi peu le sont les conditions stratigraphiques de la région orientale ; autant, en effet, les quartzites à Lingules, toit habituel des schistes à Paradoxides, sont développés à partir de Roquedaut près de Ferrals jusqu'à l'Ouest de Vieussan, autant ils s'effacent plus à l'Est, pour ne présenter plus de crêtes saillantes qu'en deux points : Layrolles près Roquebrun, et Boutoury près Cabrières. Sur tout le reste du parcours, au lieu d'offrir des masses puissantes, ils s'émiettent en quelque sorte et se fondent dans un système de schistes du même âge ; en outre, en raison de leur niveau surbaissé, ils disparaissent, sur de grandes étendues, sous les sédiments carbonifères ; depuis Roquebrun jusqu'à Laurens, et au delà, on marche presque constamment sur les schistes gréseux et sur les conglomérats du Culm.

Précisément au point où ils vont disparaître de l'horizon, les quartzites atteignent leur plus grande altitude et forment le signal de Naudet (750 m.), dernier trait de la physionomie paléozoïque de l'arrondissement de Saint-Pons ; c'est en ce point, en effet, que prend fin, avec l'importance des quartzites, le système de failles parallèles que j'ai décrit, offrant du Nord au Sud la récurrence de séries analogues. Une autre particularité est que ce même point sert de soudure aux deux principales d'entre ces failles qui viennent y aboutir ; enfin, c'est à partir du même point, que cessent de s'observer les relations si intimes et parfois si complexes des calcaires dévonien et des quartzites, dans la région orientale, les premiers directement plaqués et comme greffés sur les secondes, sans l'intermédiaire des schistes à grands Asaphes, et de tout le Silurien supérieur dont l'absence témoigne d'immenses dénudations.

Le pays paléozoïque d'au delà Vieussan est tout entier calcaire et schisteux, et commence dès Roquebrun à offrir tous les traits d'une physionomie nouvelle, celle que nous avons fait connaître dans la région de Cabrières, savoir : trois natures de schistes ; les uns, argileux, vernissés, luisants, à grands Asaphes de la faune seconde ; les

1) Compt. rend. Acad. des sc., t. CVI, p. 1437.



autres plus secs, siliceux, à nodules armoricains ; les troisièmes gréseux, carbonifères ; deux sortes de calcaires, les premiers à la façon de ceux de Saint-Pons et des Crozes schistoïdes, les autres, comme ceux de la région méridionale de Cabrières, compactes, montés en couleurs, et accompagnés du cortège des zones siliceuses à Polypiers, des galettes, des lydiennes et des schistes-colonnes observés au Pic. Ces calcaires continuent vers l'Est les bandes de l'arrondissement de Saint-Pons, et comme elles, offrent, sur plus d'un point, de fausses apparences d'intercalation dans les masses schisteuses plus anciennes.

De pareilles conditions devaient se prêter moins aux affleurements de la faune première ; l'absence de fractures profondes, de surélévations considérables, le développement du Carbonifère et de massifs dévonien recouvrants, l'uniformité générale de pendage de tous ces divers termes vers le Sud, devaient s'opposer à l'apparition au jour des schistes de Faveyrolles, et ne la rendre guère possible qu'à l'extrême nord, le long de la lisière cristalline du Caroux et de l'Espinouse, (région de Tarassac, Olargues, Saint-Pons, Caunes) ; je n'ai pas réussi, dans une première course, à les y rencontrer, bien que leur place y fût logiquement désignée d'avance.

Je n'ai pas été, jusqu'ici, plus heureux dans mes recherches sur le territoire même de Cabrières, aux lieux où le développement de l'Armoricain, à Mourèze et à Lauriol, pouvait faire espérer d'y retrouver les conditions des divers gîtes découverts. Je dois ajouter que mes prévisions à l'endroit de Marso ne se sont pas réalisées ; bien que situés en direction avec ceux de Cartouyre et de Lugno, bien qu'affleurant au-dessous d'épaisses masses de quarzites et revêtus de couleurs rosacées, les schistes de Marso ne m'ont pas présenté de caractère précis d'identité avec ceux de la faune première.

Les conditions des gisements de la faune première ainsi reconnues n'échapperont probablement pas à des recherches ultérieures.

*Sur le gisement et la composition du système triasique,  
dans la région pyrénéenne,*

par M. Jacquot.

Les résultats des études que j'ai entreprises sur le gisement et la composition du système triasique dans la région des Pyrénées ont été exposés dans une note qui a été présentée par M. Hébert à l'Académie des sciences, le 24 juin 1886. Les conclusions de ce travail, réduites à ce qu'elles ont d'essentiel peuvent être résumées de la manière suivante :

1° Dans toute l'étendue de la chaîne, la formation triasique offre une composition uniforme qui rappelle celle des contrées classiques : Lorraine, Franche-Comté, Provence.

Le grès bigarré peut facilement être distingué par ses caractères lithologiques des grès et poudingues permians sur lesquels il repose dans la plupart des cas.

A cette assise exclusivement gréseuse succède un étage presque entièrement calcaire et dolomitique qui ne saurait être rapporté qu'au Muschelkalk. Il y a, à cet égard, une preuve stratigraphique irréfutable, tirée de son intercalation entre le grès bigarré d'une part et de l'autre, les marnes irisées. L'examen du faciès lithologique conduit à la même conclusion. Enfin elle est encore corroborée par la disposition relative des assises calcaires et des gros bancs de dolomie.

Les marnes irisées couronnent constamment la formation. On y trouve à leur place toutes les assises qui caractérisent cet étage, notamment les petites couches de calcaire magnésien, terreux, connues en Lorraine sous le nom de *dolomie moyenne*. Les dépôts de gypse y sont très communs et tous les gîtes de sel gemme exploités dans le Sud-Ouest appartiennent à cet horizon. Ils s'y trouvent exactement au niveau de ceux de Dieuze, de Vic, de Moyenvic et des environs de Nancy.

Le Trias se présente donc dans les Pyrénées avec sa composition normale.

2° Au point de vue du gisement il y a une distinction capitale à établir entre les lambeaux triasiques de la région. Dans la montagne, on les rencontre habituellement sous forme de petits bassins allongés parallèlement à l'axe de la chaîne et enclavés dans des plis du terrain paléozoïque. Les trois termes de la série triasique s'y trou-



vent alors presque toujours représentés. Dans la plaine, au contraire, ils apparaissent le plus souvent par failles au milieu d'assises plus récentes, crétacées ou nummulitiques et, dans ce cas, ils sont bien rarement complets.

3° Qu'ils appartiennent à la montagne ou à la plaine, les pointements triasiques de la région du Sud-Ouest présentent tous une disposition d'ensemble, très remarquable. Ils sont, en effet, alignés parallèlement à l'axe de la chaîne sur des étendues qui atteignent une centaine de kilomètres.

4° Les roches éruptives de la région pyrénéenne auxquelles Pallassou a appliqué la dénomination de *roches vertes* et l'illustre chimiste Bayen, celle d'*ophites* accompagnent habituellement le Trias. Toutefois elles ne font pas partie essentielle de la formation, car, si elles sont très développées dans les parties centrale et occidentale de la chaîne, elles sont beaucoup moins répandues vers l'Est. On ne les retrouve pas notamment dans le lambeau triasique des environs d'Amélie-les-Bains.

Les roches de la formation triasique en contact avec les ophites ont été profondément modifiées. Les calcaires du Muschelkalk sont fréquemment transformés en marbres ou à l'état de brèches renfermant des cristaux de quartz ou de couzeranite. Dans les marnes, le métamorphisme est accusé par la présence d'un silicate d'alumine et de magnésie complètement attaquable par l'acide chlorhydrique. Enfin le fer oligiste est abondant dans toutes les roches qui avoisinent les gîtes ophitiques. Ces modifications constituent la différence la plus saillante entre le Trias pyrénéen et celui des contrées classiques ; mais comme elles sont purement locales, elles ne font pas obstacle à ce que l'assimilation constatée tant dans l'ensemble que dans les détails ne conserve pas toute sa valeur.

Telles sont les propositions contenues dans la note du 21 juin 1886. Elles y sont présentées sous la forme sommaire imposée à ces sortes de documents et comme autant de conclusions dégagées des observations sur lesquelles elles reposent.

Il m'a paru qu'il y avait quelque intérêt à publier ces dernières. Depuis le milieu de l'année 1886, j'ai eu l'occasion de parcourir la chaîne entière et de revoir beaucoup de points de la plaine où le Trias se montre. Les observations recueillies dans ces nouvelles courses n'ont fait que confirmer celles sur lesquelles ma note était basée. Elles s'appliquent actuellement à toute la région du Sud-Ouest et me permettent d'embrasser la formation dans cet immense espace. Il faut remarquer en effet que le Trias n'existe pas seulement dans la montagne et qu'on le retrouve à Dax et à Gaujacq, c'est-à-dire

à 75 kilomètres au Nord de l'axe de la chaîne ; preuve irréfutable de son extension souterraine dans cette direction. Il joue donc un rôle considérable dans la région. De là, la convenance qu'il y a à le décrire, indépendamment de celle qui s'attache toujours à signaler les analogies de composition que présentent à distance les terrains de même âge. C'est là, la double considération qui m'a engagé à publier mes observations.

Il ne saurait entrer un seul instant dans ma pensée de réfuter les contradictions dont la note sur le système triasique des Pyrénées a été l'objet dans une des dernières séances de la Société Géologique. Si l'occasion d'y faire allusion se présente, ce ne sera que pour montrer à quelles conséquences erronées conduit leur application.

Ceci posé, je passerai en revue les principaux bassins triasiques disséminés dans la montagne, en allant de l'Ouest vers l'Est. Je décrirai ensuite les pointements triasiques de la plaine qui présentent le plus d'intérêt.

*Coupe de Rimont au hameau de Pujol. Bande triasique entre Saint-Martin-de-Caralp et Saint-Girons.* C'est en 1883 que j'ai reconnu pour la première fois l'existence du Trias normal, c'est-à-dire avec ses trois termes dans la région pyrénéenne. Une course entreprise en compagnie de M. de Lacvivier pour prendre un aperçu de la constitution géologique des montagnes de l'Ariège nous ayant conduit à Rimont, bourg situé à 12 kilomètres à l'Est de Saint-Girons sur la route de Bayonne à Perpignan, nous avons relevé ensemble la coupe de cette localité au hameau de Pujol, qui en est distant de deux kilomètres vers le Sud. Le bourg est bâti, vers l'altitude de 500 mètres sur un pointement ophitique très étendu dans le sens de la route et, quand on descend au ruisseau de Baup, on ne voit pas dans les tranchées du chemin autre chose que la roche éruptive et quelques affleurements de cargneules dépendant du terrain keupérien. Mais à peine a-t-on passé le ruisseau, pour monter à Pujol que l'on aperçoit une série d'affleurements calcaires, plongeant vers le Nord et dans lesquels on peut distinguer, en partant du haut :

- 1° Dolomie en gros bancs ;
- 2° Petites assises calcaires alternant avec des marnes d'un gris verdâtre et présentant dans une espèce de croûte adhérente à leurs surfaces, des aspérités de forme tubulaire aplatie, qui existent à ce niveau dans le Muschelkalk de la Lorraine et sont très caractéristiques ;
- 3° Gros bancs de calcaire compact, gris de fumée avec fragments de tiges d'Encrines ;



4° Bancs calcaires d'un gris foncé avec silex tuberculeux, noirâtres ;

5° Gros bancs analogues au n° 3.

Ces affleurements forment plusieurs arrachements très nets dans les champs à gauche du chemin de Pujol, le long d'un petit affluent du Baup qui descend du pic d'Eychenne. En s'élevant davantage on ne tarde pas à atteindre une formation gréseuse rougeâtre dont les premières assises peu épaisses et recouvertes de paillettes de mica blanc rappellent complètement le grès bigarré. Cette formation se continue jusqu'un peu au delà de Pujol où on la voit reposer sur des schistes paléozoïques ; mais elle change bientôt de faciès et aux grès à grains fins qui forment le substratum des assises calcaires succèdent des grès grossiers et même des poudingues à petites parties, renfermant vers le haut des rognons dolomitiques. Cette dernière partie de la formation gréseuse reproduit les caractères du terrain permien, tel qu'il est constitué dans l'intérieur de la chaîne.

On sait qu'aux environs de Saint-Girons l'Infralias et le Lias se montrent en superposition sur les marnes irisées. On peut donc, dans un espace de moins de trois kilomètres, recouper près de Rimont le terrain permien, le Trias, l'Infralias et le Lias. Ils y forment quatre bandes parallèles alignées suivant l'axe de la chaîne et qui se recouvrent en plongeant vers le Nord sous un angle assez considérable.

La conclusion qui découlait logiquement de la coupe de Pujol à Rimont, était qu'à moins de faire de la stratigraphie un mot vide de sens, les affleurements calcaires interposés entre les marnes irisées et le grès bigarré ne pouvaient être rapportés qu'au Muschelkalk. Elle résultait également du faciès lithologique tout spécial de ces affleurements et de leur recouvrement par de gros bancs de dolomie, disposition qui rappelait complètement celle de ce terrain en Lorraine (1). Aussi a-t-elle été considérée dès lors comme un fait acquis à la science et M. de Lacvivier s'est empressé de l'inscrire dans un appendice à sa thèse pour le Doctorat, intitulée : *Etudes géologiques sur le département de l'Ariège et en particulier sur le terrain crétacé* (1884) (2).

(1) Pour le rapprochement à établir entre le Muschelkalk des Pyrénées et celui de la Lorraine, on peut consulter avec fruit la description géologique et minéralogique du département de la Moselle (1868) et notamment, à la page 149, l'article : *Muschelkalk entre Longeville, Teterchen et Vaucremont. Développement de l'étage dolomitique*. Ce terrain ne présente nulle part en Lorraine une puissance comparable à celle qu'il acquiert dans la région ci-dessus définie qui est celle des Niefs.

(2) La rencontre du Muschelkalk sur les bords du Baup est mentionnée de la manière suivante dans la thèse de M. de Lacvivier :

« Aux schistes à *Atrypa reticularis* succède un poudingue que j'ai rapporté au

Ayant eu l'occasion de parcourir, il y a deux ans, la route de Perpignan à Bayonne entre Foix et Saint-Girons, j'ai reconnu qu'après avoir traversé la petite région granitique située à l'Ouest de la première ville et qui est connue sous le nom de Barguillière, on rencontrait les marnes irisées à Saint-Martin-de-Caralp et le Muschelkalk un peu plus loin, aux environs de Baulou. Jusqu'au delà de Rimont la route est tout entière tracée dans la bande triasique. A partir de ce point elle fait un léger crochet vers le Sud pour se diriger vers les coteaux de Pégoumas et de Palètes, situés sur les bords du Salat, en amont de Saint-Girons. Entre cette ville et Saint-Martin, la distance est de 36 kilomètres. Dans cet espace les gîtes de Muschelkalk sont très nombreux et comme ils sont presque toujours situés aux abords de la route, ils sont exploités pour son entretien. Il suffit de citer les gîtes du Cercle à Saint-Martin, du château de Soulé à Baulou, de la Bastide de Serou et de Castelnau-Durban.

Après avoir dépassé ce bourg, on rencontre dans la tranchée au bas de la côte de Rimont les gros bancs de dolomie qui couronnent le Muschelkalk. Ils correspondent manifestement à ceux qui occupent la même position, sur le chemin de ce bourg à Pujol. Ayant eu occasion de revoir ces derniers, j'ai reconnu qu'ils contenaient de la galène en petits nids. C'est un rapprochement de plus à faire avec la dolomie de Vauremont qui, sur les bords de la Nied, en Lorraine, est également métallifère.

*Bassin triasique entre Saint-Etienne, Saint-Jean-Pied-de-Port et Mendive, Col d'Oustéléguay. Source salée de Béhérobie.* — Par suite de la disposition qui, à l'Ouest des Aldudes, reporte la frontière française à 24 kilomètres vers le Nord, le bassin triasique de Saint-Jean-Pied-de-Port, est le premier que l'on rencontre dans la montagne du côté de l'Ouest. C'est un des plus étendus de la chaîne et celui où les trois termes de la série se montrent avec plus de netteté. Vers l'ouest il a son point de départ dans la vallée de la Nive des

trias dont il formerait la partie inférieure. M. Jacquot qui l'a étudié au Sud de Pujol (coupe 68), le rattache au Permien dont il offre les caractères, quant aux assises supérieures à ce poudingue, il n'hésite pas à les considérer comme représentant le grès bigarré. Il assimile au Muschelkalk la série à la fois calcaire et dolomitique, qui vient au-dessus. Les bancs épais de calcaire gris de fumée avec silex noirs, les bancs plus minces, couverts de parties vermiculées, alternant avec des marnes et supportant des assises dolomitiques lui rappellent ce qui existe en Lorraine où le Muschelkalk est typique. M. Jacquot pense que des recherches suivies feront découvrir des fossiles dans cet ensemble. On voit que ce savant est plus affirmatif que Magnan et M. Mussy qui n'ont signalé l'existence de ce sous-étage qu'avec beaucoup de réserve. »



Aldudes, un peu au Nord de Saint-Etienne de Baigorry, non loin du pied du pic de Bustancelhay et de là il s'étend jusqu'à Mendive en passant par Saint-Jean, soit sur une longueur de dix-huit kilomètres. Sa forme est celle d'une cuvette allongée, parallèle à la direction de la chaîne. Au Sud, cette cuvette s'appuie sur les montagnes d'Arhaga et de Beharia et, au Nord, sur celles de Jarra et d'Arradoy. En dehors des points où elle est séparée par des failles du terrain ambiant, elle est enclavée dans des grès de la formation permienne. D'un autre côté, le Lias se montre au fond de la dépression, en recouvrement sur les marnes irisées par petits lambeaux isolés dont le plus important est au Nord-Est d'Irouleguy dans le coteau sur lequel l'église est bâtie. Ainsi délimitée, la cuvette triasique est donc bien à sa place.

Les marnes irisées occupent la partie centrale et déprimée de cette dernière. Elles se montrent notamment avec leurs couleurs vives le long de la route de Saint-Etienne à Saint-Jean, au-dessous d'Occos et sur les chemins qui montent de cette ville d'une part à Caro et Aincille, de l'autre au Château-Pignon. Elles sont traversées par de nombreux pointements ophitiques, de telle sorte que sur ce dernier chemin entre la porte de Saint-Jean et la redoute d'Etcheberrigaray où l'affleurement se termine, on ne compte pas moins de trois alternances de marnes et d'ophite. Mais la grande place du village d'Aincille est le point de la région où on peut le mieux observer les marnes irisées. La partie moyenne du terrain s'y montre avec ses cargneules et ses petites assises de dolomie à cassure terreuse et les tranches des couches qui sont fortement relevées et parfaitement décapées y étalent leurs couleurs vives et bigarrées, si caractéristiques.

Les affleurements du Muschelkalk paraissent sur de nombreux points de la cuvette triasique et constamment en des places telles que, eu égard à leur pendage, ils passent sans conteste sous les marnes du Keuper. Parmi les principaux il nous suffira de citer Occos et les gîtes calcaires exploités pour la fabrication de la chaux à Corçabalbère aux environs de Saint-Etienne; dans la ville même de Saint-Jean, les calcaires des bords de la Nive de Béhérobie près du moulin et au fond de la ville, Elissetcheborda sur la route du val Carlos, la métairie de Bidonde sur le chemin qui monte au Château-Pignon, les carrières de la vallée de la Nive au-dessus de la redoute de Picocury, le vallon que la route traverse entre Caro et Aincille et les coteaux d'Ariondo auxquels ce village est adossé, enfin, vers l'extrême Est de la cuvette, les carrières près du pont sur le ruisseau de Laurhibar, au Sud-Est d'Ahaxe. Entre

ces divers affleurements, ceux d'Elissetheborda méritent une mention spéciale à raison de leur netteté. Ils comprennent une série d'assises dolomitiques et calcaires fortement relevées et plongeant vers le Nord de façon à passer sous les marnes irisées qui forment avec les ophites, sur deux kilomètres, toute la partie inférieure du coteau jusqu'à Saint-Jean. On peut y distinguer, en partant du haut, les gros bancs de dolomie qui couronnent d'habitude la formation, puis les petites assises calcaires à surfaces vermiculées; enfin des couches de même nature avec débris d'Encrines. Ces dernières qui sont assez épaisses, reposent sur des marnes grises et présentent sur les parties exposées à l'air quelques traces de fossiles indéterminables. La dolomie d'Elissetheborda est grenue, de couleur brunnâtre. Près de son contact avec les marnes irisées, elle est traversée par un pointement ophitique. Au contact de la roche éruptive les couches sont cristallines à grandes facettes. Quant à l'assise calcaire elle reproduit complètement le type si caractéristique de l'étage dans les contrées classiques.

Dans le bassin de Saint-Jean, le Grès bigarré, troisième terme de la série triasique se différencie complètement, par ses caractères lithologiques, des grès permien sur lesquels il repose. Il est formé par des bancs de grès à grains fins avec paillettes de mica blanc. On en tire de grandes dalles et la pierre de taille employée dans toutes les constructions de la région, tandis que le grès presque désagrégé et les poudingues à grandes parties du terrain permien ne sont d'aucun usage. Le grès bigarré se rencontre près du hameau d'Anadoberry sur le chemin qui descend d'Aincille dans la vallée de la Nive. C'est également cette assise qui est exploitée à Urritsordoquia à un kilomètre environ au Nord de Saint-Jean-Pied-de-Port à la base de la montagne d'Arradoy.

Dans la région de Saint-Etienne et de Saint-Jean, il y a deux petits pointements triasiques isolés que l'on ne saurait passer sous silence. Le premier se montre au col d'Oustélégy à la partie la plus élevée du chemin muletier qui conduit de Bidarray à Saint-Etienne par la montagne. Jusqu'à sa descente dans la vallée de la Nive à trois kilomètres environ au Nord de Baigorri ce sentier chemine dans le terrain permien représenté par des argilolithes, des grès et des poudingues. Ce n'est autre chose que le prolongement occidental des montagnes d'Arradoy et de Jarra. Vers le point culminant du sentier les grès sont à grains fins et se lèvent par grandes plaques couvertes de paillettes de mica, caractère constant de l'assise inférieure du Trias. Au-dessus de ces grès il y a, près du col, un dépôt azoïque, peu épais composé à sa base, de calcaires grenus, brunâtres avec

veines de spath blanc et vers le haut, des dolomies légèrement carbonées. Ce dépôt est assimilable au Muschelkalk tant par la disposition relative de ses couches calcaires et dolomitiques que par la place qu'il occupe entre le grès bigarré et des marnes versicolores que l'on observe un peu plus haut dans le voisinage d'un pointement d'ophite.

Le second pointement triasique est situé à quinze kilomètres au Sud de Saint-Jean, au fond d'un petit vallon latéral à la Nive de Béhérobie et non loin du lieu ainsi désigné sur la carte du Dépôt de la Guerre. Quoiqu'il n'ait pas plus d'étendue que celui d'Oustéléguy, il renferme un puits d'eau salée, propriété de la commune d'Aincille et qui était encore en exploitation à la fin du siècle dernier. L'eau sort d'une assise de marnes irisées superposée, du côté du Sud, au Muschelkalk.

Ce petit bassin triasique de Béhérobie est complètement indépendant de celui de Saint-Jean auquel il a été rattaché bien à tort. Il en est en réalité séparé par une étendue considérable de terrains paléozoïques et il gîte dans un pli de ces terrains, disposition très commune dans la partie centrale de la chaîne des Pyrénées.

*Bassins de Larrau et de Sainte-Engrace.* — Le Saison, gage qui arrose le pays de Soule et son chef-lieu Mauléon, est formé par la réunion de deux torrents venant : l'un de Larrau ou du Sud-Ouest, l'autre de Sainte-Engrace ou du Sud-Est. A ces torrents correspondent deux bassins triasiques assez étendus. Ils sont l'un et l'autre, enclavés dans le terrain permien très développé dans la partie occidentale de la chaîne. Ces deux bassins très rapprochés, en quelque sorte conjugués, présentent du reste une composition identique.

Celui de Sainte-Engrace est bien mis à jour par le chemin muletier qui s'embranchant sur la route de Larrau, au confluent des deux torrents, se dirige vers le village. A l'origine et jusqu'à la métairie d'Ernecondo, il est ouvert dans les poudingues siliceux à grandes parties et les grès rouges, foncés du terrain permien. En ce point, on voit pointer, sous ces derniers des schistes carburés, noirs et un calcaire de même couleur veiné de blanc qui ne peuvent être rapportés qu'au terrain carbonifère dont l'existence à cette place est manifeste dans toute l'étendue de la chaîne. Le plongement qui, près d'Ernecondo était vers le Nord-Est ne tarde pas à prendre une allure inverse et à ramener les poudingues permien dans les tranchées du chemin. Le terrain triasique ne commence à paraître en superposition sur ces derniers qu'à quatre kilomètres à partir de l'origine du chemin près de la métairie d'Oyargabal. Il occupe tout le quartier



de Sainte-Engrace où se trouvent la Douane et la chapelle jusqu'au pont d'Enfer, c'est-à-dire environ trois kilomètres de largeur. On le voit très distinctement remonter sur le flanc occidental de la vallée vers un col par lequel il communique vraisemblablement avec celui de Larrau. Le petit bassin triasique de Sainte-Engrace est complet. Il a la forme d'une cuvette aux bords fortement relevés sur lesquels on constate successivement la présence du Grès bigarré, du Muschelkalk et des Marnes irisées. Ces dernières se montrent près de la Douane, au fond du bassin qui est percé par de nombreux pointement d'ophite.

Le bassin triasique de Larrau ne diffère point de celui de Sainte-Engrace auquel il fait suite du côté de l'Ouest. Comme ce dernier, il est encaissé dans les poudingues du terrain permien dont on distingue parfaitement les affleurements dans le flanc très ardu qui encaisse du côté du Nord le ruisseau de Larrau. Le bourg de ce nom, situé sur le revers opposé du vallon à 620 mètres d'altitude est bâti sur l'ophite et sur les marnes irisées associées à des cargneules. Celles-ci forment une bande qui s'étend vers l'Ouest par la métairie d'Irigoyen, en suivant la berge méridionale du torrent. Les affleurements du Muschelkalk paraissent un peu en retrait vers le Sud. Ils se montrent notamment à la métairie de Tribarne à l'est du bourg où ils sont exploités. Si, prenant la direction opposée, on suit le chemin qui monte à la mine de fer de Burkéguy, on les retrouve à Etcheber et à Etchebest plongeant sous la bande marneuse. Les calcaires de Muschelkalk du plateau de Larrau sont superposés aux cargneules d'Elichagaray. Celles-ci appartiennent par conséquent à l'étage inférieur de ce terrain qui paraît être très développé dans ces parages. Au retour de la course de Burkéguy, le guide nous a signalé l'existence de carrières de plâtre, sur les hauteurs qui dominent le bourg du côté du Sud. Elles sont manifestement dans l'amont pendage de la bande calcaire et même des cargneules qui lui sont subordonnées ; elles pourraient dès lors être rapportées à l'horizon des glaises bigarrées et du gypse assez constant à la base du Muschelkalk. Mais, comme le temps nous a manqué pour vérifier le fait, il doit rester à l'état de simple conjecture jusqu'à plus ample informé.

*Bassin de Bedous. Aydius.* — Dans la chaîne des Pyrénées, aucune localité ne mérite mieux le nom de bassin que la petite plaine de forme à peu près circulaire où se trouve Bedous et c'est sous ce nom qu'elle est désignée dans tous les itinéraires. Elle est, en effet, comprise entre deux longs défilés où le gave d'Aspe et la route d'Oloron au Somport qui le longe, sont à l'étroit. constamment dominés par

de hautes murailles rocheuses. Ce sont au Nord, à partir de Lurbe, les assises du terrain crétacé inférieur qui constituent la Penne d'Escot et celles de la série jurassique qui forment le plateau d'Ourdinse. Au Sud, au delà d'Accous, les roches dures des formations paléozoïques, Calcaire carbonifère, marbre de Campan, dalle cambrienne barrent de nouveau la vallée.

La plaine de Bedous est exclusivement triasique. Quand on y entre par la route d'Oloron, ce qui frappe tout d'abord, c'est la grande quantité de pointements ophitiques, accusés à la surface du sol par autant de buttes de forme conique. Le bourg de Bedous est bâti sur cette roche.

Une des meilleures coupes du bassin triasique est celle que l'on relève le long du chemin qui, suivant le torrent del'Arrieq, se dirige, par Osse, vers la base méridionale de la montagne de Layens. Jusqu'au village, les tranchées ne mettent à jour que des pointements ophitiques ou les alluvions anciennes du gave d'Aspe. Mais à cinq ou six cents mètres plus loin, les affleurements du terrain triasique commencent à paraître. Ce sont d'abord des grès à grains fins, remplis de paillettes de mica en assises minces. Vers le haut, elles sont à ciment dolomitique, de couleur jaune clair et rappellent la partie supérieure du terrain bigarré, tel qu'il est constitué en Lorraine. A ces couches sont superposés des cargneules cloisonnées et des bancs calcaires reproduisant le faciès lithologique habituel du Muschelkalk. On arrive ainsi à la métairie de Soupervie où les marnes irisées commencent à se montrer avec leurs nuances vives. Enfin lorsqu'on gravit les premières pentes de la montagne de Layens on trouve quelques fossiles caractéristiques de la partie moyenne de la formation liasique. Ils ne sont pas là à leur place, mais bien au milieu de roches fragmentaires, éboulées du revers de la montagne et recouvrant vraisemblablement la partie inférieure de la formation.

La coupe d'Osse à Layens est donc assimilable à celles des environs de Rimont et de Saint-Jean-Pied-de-Port, en ce qu'elle montre non seulement les trois termes de la série triasique, mais encore leur recouvrement par le Lias.

Au nord du ruisseau de l'Arrieq il y a un pointement ophitique de forme elliptique dont le grand axe a environ cinq cents mètres de longueur. Cette roche a exercé une puissante action métamorphique sur les assises ambiantes du Trias ; c'est pourquoi le long du sentier qui conduit à Layens on trouve les couches du Muschelkalk fréquemment transformées en marbre blanc, saccharoïde.

Le village d'Aydius, situé à cinq kilomètres à l'est de Bedous sur le chemin du col d'Arrietort qui met la vallée d'Aspe en communica-

tion avec celle d'Ossau, est le centre d'un petit bassin triasique dont la place est bien normale ; car cette localité est dominée, du côté du Nord, par les escarpements calcaires appartenant à la formation jurassique qui constituent le plateau d'Ourdinse symétrique de celui de Layens. A partir du hameau d'Orcun, toutes les roches recoupées par le chemin qui relie Bedous à Aydius, y compris les schistes exploités pour ardoises sur le revers sud du vallon appartiennent au terrain carbonifère. Mais dans le ravin, situé à un kilomètre à l'Ouest d'Aydius, près de la métairie de Lartigalet, le Muschelkalk, sous la forme de cargneules et de bancs calcaires à faciès typique commence à se montrer vers l'altitude de 830 mètres. Il se poursuit jusqu'au village qui est bâti sur un pointement ophitique.

*Col de Lurdé.* — Divers indices recueillis dans les publications géologiques relatives aux Pyrénées tendaient à faire soupçonner l'existence d'un bassin triasique au col de Lurdé, situé à l'altitude de 1951 mètres dans les montagnes qui s'étendent au Sud des Eaux-Bonnes. En effet, dans la carte jointe à son essai sur la constitution géognostique des Pyrénées, de Charpentier y avait indiqué un pointement d'ophite. D'un autre côté une note de M. Des Cloizeaux insérée dans le tome XIX de la 2<sup>e</sup> série du *Bulletin de la Société géologique* (1), tout en confirmant l'existence de la roche éruptive à Lurdé y signalait la présence d'un petit dépôt de gypse blanc, saccharoïde, de calcaires cloisonnés, remplis de cristaux de pyrite maclée et, en outre d'un calcaire gris, compact, renfermant de nombreux cristaux de quartz noirs et grisâtres répandus dans toute sa masse (2). Enfin dans un itinéraire des environs des Eaux-Bonnes et des Eaux-Chaudes publié à Pau sous le pseudonyme de Jam, la présence de cargneules était signalée au col de Lurdé.

Sur ces indications j'ai fait, le 15 juillet 1885, l'ascension du col de Lurdé, en compagnie de l'excellent guide Soustrade, du village d'Aas. Sous le rapport géologique, le chemin qui conduit des Eaux-Bonnes au col présente beaucoup d'intérêt. Il s'élève sur les hauts

(1) Note sur la présence du zinc carbonaté, de la Lherzolite et de la fluorine dans la chaîne des Pyrénées aux environs des Eaux-Bonnes, par M. Des Cloizeaux, *Bulletin*, tome XIX, 2<sup>e</sup> série.

(2) Il y avait là un rapprochement facile à faire avec la brèche calcaire située au voisinage du pointement ophitique de la plage de Biarritz entre les vallons de Mouligna et de Chabiague. Cette brèche, attaquée par l'acide chlorhydrique laisse en effet, un résidu de cristaux aciculaires de quartz noir ayant plusieurs centimètres de longueur. (Description géologique des falaises de Biarritz, par E. Jacquot, 1864).



plateaux auxquels cette station est adossée au moyen des nombreux lacets que fait la promenade Jacqueminot. Cette première partie du chemin, commune avec celui qui mène au pic de Ger est tout entière tracée dans le calcaire dalle qui constitue, vers le sommet du terrain cambrien un horizon géologique d'une constance remarquable dans toute l'étendue de la chaîne des Pyrénées (1). L'assise est là relevée sous un angle considérable dans la direction de l'axe de ces montagnes. Comme cela a lieu sur la promenade horizontale, on y remarque de nombreuses bosselures, indice des actions énergiques auxquelles elle a été soumise dans son relèvement. Parvenu au sommet de la promenade Jacqueminot, on ne tarde pas, en s'avancant vers le Sud, à atteindre le substratum de la dalle calcaire: ce sont des schistes lustrés, bleuâtres ou grisâtres, injectés de quartz et des phyllades rappelant complètement ceux du sentier qui monte de l'Hospice au Port-de-Vénasque et auxquels la dalle typique de la Peña Blanca est superposée. On chemine assez longtemps sur les tranches de ces schistes qui sont très épais et forment la masse du Courzy de Brèque et du Pambassibé. A Brèque on est à l'altitude de 1.904 mètres, très voisine de celle du col. Aussi le chemin se poursuit-il, à partir de ce point dans une grande plaine légèrement ondulée connue sous le

(1) On ne peut citer les Eaux-Bonnes, sans faire remarquer que nulle part, les relations de position des grandes masses paléozoïques qui constituent le noyau de la chaîne des Pyrénées, ne sont plus nettes que dans cette partie de la vallée d'Ossau. Cette station hydrominérale est bâtie sur la puissante assise de dalle calcaire placée vers le sommet du terrain cambrien et dont j'ai signalé l'existence à ce niveau dans toute l'étendue de la chaîne. C'est le prolongement vers l'Est du calcaire du fameux défilé de Hourat sur le chemin de Laruns aux Eaux-Chaudes. Mais, tandis que le hameau de ce nom est au contact du granite amphibolique et de la dalle, c'est-à-dire à la base de cette dernière assise, les Eaux-Bonnes en occupent au contraire le sommet. Le torrent du Valentin qui coule aux pieds de la station correspond, comme cela arrive si souvent, à une limite de terrains. En effet, tandis que la dalle en plongeant au Nord constitue le flanc méridional du vallon, le revers opposé que l'on gravit lorsqu'on se rend à Aas, est formé par des schistes noirs qui se prolongent vers Laruns. Ces schistes rappellent complètement par leur faciès ceux qui sont propres au terrain silurien, conjecture que vérifie leur recouvrement par un affleurement calcaire rocheux, très apparent à la crête de la montagne verte et qui contient la faune du Silurien supérieur. Celle du Dévonien inférieur caractérisé, dans les Pyrénées par *Pleurodictium problematicum* et de grands Spirifères a été reconnue depuis longtemps déjà par de Verneuil et Bourjot sur le plateau de cette même montagne. Enfin Coquand a assimilé au Calcaire carbonifère, le marbre blanc, anciennement exploité au-dessus de l'église de Louvie-Soubiron, village situé à deux kilomètres au Nord de Laruns. On peut donc, sur un parcours peu étendu du Sud au Nord, constater, dans cette partie de la vallée d'Ossau, la succession normale des terrains cambrien, silurien, dévonien et carbonifère.

nom d'Anouillas. Coquand qui a séjourné pendant quelque temps à la mine d'Anglas située sur ces hauteurs, y a reconnu l'existence d'un étage crétacé caractérisé par l'*Hippurites organisans*; observation qui rappelle celle beaucoup plus anciennement faite au Sud des Eaux-Chaudes dans le plateau de Goust. Un peu au delà de Brèque, les schistes cambriens sont, en effet, recouverts à stratification nettement discordante, par de grandes plaques calcaires pétries de Rudistes. A l'extrémité méridionale de la plaine d'Anouillas, le bassin triasique du col de Lurdé forme un bourrelet assez prononcé qui s'élève à l'altitude de 2.092 dans le grand pointement ophitique situé à l'Est du chemin. Dans le bassin, le plongement des assises est du Nord vers le Sud. En arrivant au col, on recoupe donc d'abord les assises inférieures du groupe : c'est la série entière du Muschelkalk représentée d'abord par des marnes grises, puis par l'assise calcaire avec ses gros bancs à débris d'Encrines et les couches minces à surfaces vermiculées du sommet, enfin par les assises puissantes de dolomie grenue qui couronnent habituellement la formation. Les marnes irisées avec leurs gîtes de gypse se montrent sur le revers sud du col dans la partie décline qui domine le vallon du Sousouéou. Elles y sont principalement accusées par leurs cargneules qui pointent à la surface du sol, car le quartier de Lurdé est recouvert d'un épais gazon.

Le bassin triasique est traversé par de nombreux pointements ophitiques. De là, le métamorphisme que l'on observe dans les roches ambiantes; les dolomies qui couronnent le Muschelkalk sont cristallines à grandes facettes au contact de l'ophite.

Parmi les nombreux pointements triasiques que nous avons reconnus dans l'intérieur de la chaîne, celui de Lurdé est de beaucoup le plus élevé.

Il n'est certainement pas isolé sur ces hauteurs, car M. le docteur Doassans, médecin consultant aux Eaux-Bonnes, a recueilli au col d'Ar, situé vers le Sud-Est, un échantillon de cargneule, qui ne peut laisser aucun doute sur l'extension du bassin dans cette direction. Mais, au 15 juillet, ce col plus élevé que celui de Lurdé, était encore couvert de neige et, d'ailleurs, le temps nous aurait manqué pour l'atteindre. Dans la haute montagne, les difficultés inhérentes aux ascensions, restreignent naturellement beaucoup le nombre des observations que l'on peut faire dans une journée.

*Pointement triasique d'Amélie-les-Bains, Montbolo et Palalda. Cérêt.*

— Un des pointements triasiques les plus étendus et les plus intéressants de la chaîne pyrénéenne, est celui qui barre la vallée du Tech

à la hauteur d'Amélie-les-Bains. Envisagé dans son ensemble, il peut être représenté par une cuvette ayant environ quatre kilomètres de longueur, et dirigé à peu près du Sud-Est au Nord-Ouest. De ce côté, il s'étend jusqu'à la vallée de l'Ample.

Quand au printemps de 1886 et en compagnie de M. Depéret, j'ai abordé l'étude du pointement d'Amélie, j'avais, depuis quelque temps déjà, des idées très arrêtées sur la composition du système triasique dans les Pyrénées. J'ai donc reconnu de suite que les trois termes de la série, grès bigarré, muschelkalk et marnes irisées, étaient également bien représentés dans la vallée du Tech.

Une des meilleures coupes du pointement d'Amélie est celle que l'on relève sur le chemin, en lacets, qui monte du fond de la vallée au petit village de Montbolo, situé à 350 mètres plus haut. Après avoir traversé le pont sur le Tech, on se trouve en présence de grès à grains grossiers et de poudingues d'un rouge foncé qui ne peuvent être rapportés qu'au terrain permien. Le grès bigarré se montre un peu plus loin en recouvrement sur ces dernières assises, avec son faciès typique ; sur ce point, il renferme une couche remplie de petits graviers de quartz, avec des rognons dolomitiques rappelant complètement l'horizon, de même nature, que l'on trouve dans le nord-est de la France, à la partie supérieure du grès vosgien. Vers le haut, le grès est agrégé par un ciment argilo-dolomitique de couleur jaune clair et il passe aux marnes grises-verdâtres du Muschelkalk, que l'on recoupe ensuite. Aux marnes succède un énorme affleurement rocheux formant une corniche très apparente à la surface du sol. On y distingue nettement les trois assises que l'on est habitué de rencontrer dans la partie supérieure du Muschelkalk, en premier lieu les gros bancs calcaires à débris d'Encrines, puis les petites couches à surfaces vermiculées, enfin la dolomie grenue en masses puissantes qui couronne la formation. En continuant de monter, on atteint les marnes irisées. A l'époque à laquelle remontent nos observations, une carrière de plâtre, ouverte dans cet étage, venait de s'effondrer et l'accident avait occasionné un éboulement considérable dans les assises superposées. Nous avons pu toutefois y reconnaître les roches considérées comme caractéristiques de la formation, notamment les petits lits de calcaire dolomitique terreux, le grès keupérien, les cristaux de quartz bipyramidés, les cargneules, enfin les concrétions quartzo-gypseuses qui abondent dans les marnes irisées de la Lorraine. Le plâtre de Montbolo est grenu, grisâtre ; il renferme de petits cristaux de pyrite.

Toutes les assises traversées ont une direction E. 27° S. qui ne



s'écarte guère de celle du bassin et elles plongent sous un angle considérable vers le Nord-Est.

Parvenu sur le chemin de Montbolo, à la partie supérieure des marnes irisées, on est bien loin d'avoir atteint ce village. Le reste de l'espace à parcourir est formé par cinq ou six récurrences où le Muschelkalk alterne avec le Keuper. Du fond de la vallée, on voit très bien les affleurements du premier terrain constituant autant de corniches en saillie à la surface du sol de la montagne.

La disposition de cette partie du bassin triasique d'Amélie est donc assez compliquée (1). Elle peut s'expliquer par une série de failles parallèles ayant découpé le terrain en tranches juxtaposées et étagées. Mais il est plus logique d'admettre qu'elle résulte d'un plissement très serré de la formation triasique et que les récurrences constatées, ne sont autre chose que le résultat de l'arasement des couches lors du creusement de la vallée. Cette explication tire beaucoup de vraisemblance d'une observation faite dans les marnes du Muschelkalk où l'on voit un petit lit de roche dure former des contours d'une extrême complication.

Au Mas Griffe, situé au Nord d'Amélie, sur la rive droite du Tech, on rencontre, enclavé par faille dans la formation triasique, un lambeau de terrain sénonien. Il est représenté par des grès quartzeux et feldspathiques, des poudingues à petites parties et des calcaires bleuâtres avec Hippurites, Cyclolites et Polypiers. C'est à l'intrusion de ces couches crétacées fossilifères qu'il faut attribuer les appréciations erronées dont le bassin d'Amélie a été l'objet de la part des observateurs qui l'ont décrit.

Ce bassin a, au Sud de Céret, un petit appendice isolé où on exploite du plâtre.

*Autres gisements triasiques dans l'intérieur de la chaîne.* — Nous n'avons décrit que les bassins triasiques situés dans l'intérieur de la montagne qui nous ont paru présenter quelque intérêt à raison soit de leur étendue et de leur disposition, soit de leur composition. Il en existe un très grand nombre d'autres. Nous croyons devoir citer, en allant de l'Ouest à l'Est, les localités où on rencontre les principaux d'entre eux. Ce sont : la forêt de Benou dans la vallée du Vert ou d'Aramits, le col de Louvie, au Nord-Ouest d'Arbéost, le mont

(1) Cette disposition est assez fréquente dans les Pyrénées. Avec M. Depéret nous en avons retrouvé un spécimen dans la bande dévonienne de Villefranche de Conflent. En montant de Serdinya aux Horts, on recoupe plusieurs fois les mêmes assises.

Bédât à Bagnères-de-Bigorre, Siradan, Ore, Frontignan, Moncaup et Arguenos, sur le revers septentrional du pic du Gar et sur le versant opposé, Saint-Béat, Eup, Boutx et Lez, la grande vallée transversale connue sous le nom de Vallongue qui, de Castillon, s'étend par Saint-Lary et Portet vers Couledoux et Saint-Béat, Lacourt, au sud de Saint-Girons dans la vallée de Salat, Massat, le col de Port entre ce bourg et Saurat, Bedeillac et Arnave au voisinage de la vallée de l'Ariège, Leichert et Villac dans les basses montagnes, à l'Est de Foix, enfin les hauteurs de Rouze dans la vallée de l'Aude, au nord des bains de Carcanières.

*Alignement des bassins triasiques situés dans la montagne.* — Dans la note sur le système triasique des Pyrénées, nous avons signalé la disposition d'ensemble remarquable que présentent quelques pointements triasiques de la partie occidentale de la chaîne, en montrant qu'ils étaient alignés parallèlement à son axe. On peut faire la même observation dans la partie orientale et remarquer par exemple qu'une ligne droite menée des hauteurs de Rouze à Lacourt passe par Arnave, Bèdeillac et le col de Port. Cette ligne n'a pas moins de 90 kilomètres de longueur.

L'alignement des pointements triasiques de la chaîne pyrénéenne n'est d'ailleurs qu'un cas particulier d'un fait beaucoup plus général et qui s'applique à l'ensemble des terrains qui entrent dans la composition de cette chaîne. Ils y sont disposés par grandes bandes rectilignes qui se poursuivent sur des distances considérables. La même observation s'applique aux protubérances crétacées et nummulitiques de la plaine. Elles constituent autant de grandes rides reproduisant la direction de la montagne. Ainsi, les petites Pyrénées de la Haute-Garonne, les pointements de Gensac et de Monléon et celui qui s'étend au sud de Saint-Sever, sont exactement situés sur une ligne droite parallèle à l'axe de la chaîne.

Il y a plus d'un siècle que Palassou, observateur consciencieux dont les travaux sont trop peu connus, après avoir relevé la direction des couches dans toutes les vallées des Pyrénées, annonçait qu'elles avaient une tendance constante à se rapprocher de l'orientation de la montagne.

Comme M. de Lapparent l'a fait remarquer avec beaucoup de raison dans son *Traité de Géologie*, le principe de direction est la caractéristique des accidents de la surface du globe et tous, aussi bien les fentes que les plis, et les zones de relief obéissent à cette loi qui permet de les grouper en systèmes définis par leur alignement. Si, dans l'application, ce principe a été l'objet d'exagérations regrettables, ce

n'est pas une raison pour ne pas le maintenir, en signalant toutes les observations qui tendent à le confirmer.

*Rôle social que joue le trias dans la montagne.* — En étudiant les nombreux pointements triasiques que renferme la chaîne des Pyrénées, nous avons été souvent frappé du rôle que ces terrains jouent au point de vue de l'agglomération de la population. Il a exercé à cet égard une attraction irrésistible qui s'explique assez bien par la facilité avec laquelle ses roches, en général peu consistantes, se sont désagrégées sous l'influence des agents atmosphériques pour former un sol arable qui n'est pas sans valeur. Il présente à cet égard une opposition bien tranchée avec les terrains paléozoïques dans les plis desquels il est enclavé. Aussi au milieu des déserts qui s'étendent sur ces derniers, constitue-t-il autant d'oasis bien cultivées où l'on retrouve avec plaisir une partie des productions de la plaine.

A l'appui de cette observation, reprenons pour les passer sommairement en revue, les principaux bassins triasiques décrits dans le cours de cette note.

C'est d'abord celui de Saint-Jean-Pied-de-Port et de Saint-Etienne de Baigorry où, indépendamment de ces deux villes, la population est groupée dans de nombreux villages : Occos, Irouleguy, Anhaux, Ascarat, Ispoure, Saint-Jean-le-Vieux, Uhart, Lasse, Caro, Aincille et Ahaxe. Dans le pays de Soule à la naissance de la vallée du Saison, on peut citer Larrau et Sainte-Engrace. Le premier village et toutes les métairies disséminées dans la montagne qui en dépendent, sont bâtis sur le Trias, tandis qu'on ne trouve pas une seule habitation sur le terrain permien qui constitue le revers septentrional de la vallée du Larragneco sous le bois d'Etchelu. A Sainte-Engrace, la situation est identique, car, si le village, qui n'a aucune importance, s'élève sur le terrain cambrien, la population de la commune est principalement agglomérée autour de la Douane, dans les limites du bassin triasique. Dans la vallée d'Aspe le bassin de Bedous est également un oasis où on trouve dans un espace assez restreint, un second gros bourg, Accous et plusieurs villages ou hameaux : Osse, Léas-Athas, Orcun, Jouers. Entre la vallée d'Aspe et celle d'Ossau, Aydius est encore un exemple de la tendance qu'ont eu les populations à se fixer de préférence sur le Trias.

*Extension du terrain triasique dans les Corbières et la plaine sous-pyrénéenne.* — Le terrain triasique n'est pas moins étendu dans les Corbières et dans la plaine sous-pyrénéenne que dans la montagne. On y rencontre, comme dans cette dernière de nombreux pointements



de cet âge qui ne peuvent laisser aucun doute sur l'extension souterraine de la formation vers le Nord jusqu'à 75 kilomètres au moins de la base des Pyrénées. On peut d'abord, sans crainte de se tromper, rapporter au Trias tous les gîtes de sel gemme exploités dans la plaine ou ceux qui sont simplement signalés par l'existence de sources chlorurées sodiques. C'est là un fait hors de doute et qui ne peut être contesté que par des observateurs peu familiarisés avec la reconnaissance des failles et hors d'état d'en tirer les conséquences qui en découlent. Parmi les pointements triasiques qui remplissent cette condition on peut citer Urcuit, Briscous, Villefranque et Basusary aux environs de Bayonne, les Pouy d'Euze et d'Arzet, Saint-Pandelon, Saugnac, Mimbaste et Benesse à proximité de Dax, le pointement étendu de Gaujacq et Bastennes qui possède des puits salins, Salies-de-Béarn, Caresse et Oraas à l'Ouest d'Orthez, Salies-du-Salat près du confluent de cette rivière dans la Garonne, Camarade au Nord-Ouest du Mas d'Azil, enfin Sougraigne au Sud-Est des Bains de Rennes, dans les Corbières.

Toutefois les pointements keupériens renfermant des gîtes de sel gemme ne forment qu'une infime minorité parmi ceux qu'on trouve dans la plaine. Nous ne saurions les signaler tous sans dresser une liste interminable. Remarquons seulement que sur la route de Mauléon à Larrau le Trias se montre trois fois dans l'espace de 16 kilomètres qui sépare cette ville de la base de la montagne, en premier lieu au moulin de Libarren où on rencontre un pointement ophitique et le dipyre; ensuite au Sud de Gotein, près du moulin de ce nom; enfin, en face du hameau d'Atheray. Au moulin de Gotein, le Trias occupe environ un kilomètre d'étendue le long de la route. Il y a deux pointements d'ophite relevant: le premier des calcaires présentant tous les caractères de *Muschelkalk*, le second les marnes irisées. Dans ces dernières il y a un dépôt de plâtre qui est exploité souterrainement au débouché d'un petit vallon en face de Mendy. Dans la falaise de Biarritz, les marnes irisées apparaissent en deux points éloignés d'un kilomètre et demi, une première fois aux abords du pointement ophitique situé entre les vallons de Chabiague et de Mouligna et en second lieu sous forme d'une simple plaquette dans la faille de Caseville. C'est presque constamment entre deux failles qu'on rencontre les gisements de Trias situés en dehors de la montagne, comme nous l'avons avancé dans la note sur le système triasique des Pyrénées.

Il ne saurait entrer dans notre pensée de décrire tous ceux de ces gisements que nous avons explorés. Pour ne pas donner à notre note des proportions démesurées nous avons fait un choix, parmi ceux

qui nous ont paru présenter le plus d'intérêt. Ils sont au nombre de quatre, savoir : Sougraigne dans les Corbières et dans la plaine, Salies-du-Salat, Gaujacq et le Pouy d'Euze à Dax.

*Bassin salifère de Sougraigne dans les Corbières.* — Dans les nombreuses études géologiques auxquelles les Corbières ont donné lieu, le Trias est à peu près passé sous silence. Il y existe cependant, il est même assez développé. M. Depéret qui a été chargé d'explorer la région pour l'exécution de la Carte géologique au 1/4000000<sup>me</sup> en cours de publication, a reconnu l'existence de bassins triasiques assez étendus dans la partie orientale de ces montagnes. De notre côté, dans une course dirigée des Bains-de-Rennes vers le Pech de Bugarach, avec retour par le col de Linas et la vallée de Sougraigne, nous avons eu l'occasion de reconnaître le petit bassin salifère d'où émergent les sources connues sous le nom caractéristique de *Sals*. Ces sources sont assez puissantes, elles contiennent une proportion assez considérable de chlorure du sodium pour avoir été anciennement l'objet d'une exploitation. La rivière de Sals parcourt la vallée de Sougraigne et elle est actuellement dérivée partiellement un peu avant son confluent avec la Blanque pour être utilisée concurremment avec les sources minérales des Bains-de-Rennes dans les établissements thermaux de cette localité.

Les sources sortent d'un petit bassin keupérien incontestable qui remplit le fond de la vallée de Sougraigne sur une longueur d'au moins trois kilomètres. Entre ce bassin et le type lorrain l'analogie est complète. Les assises les plus caractéristiques se retrouvent, en effet, toutes à leurs places à Sougraigne. Ainsi on y voit la dolomie moyenne surposée au grès keupérien. Comme en Lorraine il renferme sur ce point de petites couches d'un combustible pyriteux qui ont été l'objet de quelques recherches. Les quartz hipyramidés sont très abondants dans le bassin de Sougraigne et ils y ont un volume exceptionnel.

Ce petit bassin est enclavé par failles dans l'étage sénonien du terrain crétacé. Au Nord il y a un grand accident dirigé à peu près Est Ouest qui passe par le hameau des Clamenées et traverse la vallée de la Blanque près de la métairie de Bartholo à trois kilomètres au Sud des Bains. La faille du Sud occupe le pied des coteaux entre lesquels la vallée est encaissée de ce côté.

A Saint-Ferriol, village situé à dix kilomètres à l'Ouest de Sougraigne il y a un second pointement keupérien moins étendu que celui de cette localité.

*Bassin triasique de Salies-du-Salat et de Marsoulas.* — Le bassin

triasique de Salies-du-Salat est un des plus importants de la plaine étendue sur le revers septentrional des Pyrénées. De temps immémorial on y extrait du plâtre dans des carrières très étendues, situées dans la vallée au Nord-Est de Marsoulas. Il y a quelques années un sondage exécuté au voisinage d'une source chlorurée sodique située dans le petit vallon de Peyret latéral à la vallée du Salat a rencontré, à 200 mètres de profondeur, un banc de sel gemme qui a été traversé sur 16 mètres et qui est actuellement exploité. Le bassin renferme donc les deux principaux gîtes propres aux marnes irisées.

Dans son ensemble il est dirigé à peu près Est-Ouest avec plongement très prononcé vers le Sud. C'est par conséquent au Nord du pointement ophitique aux pieds duquel Salies est bâti qu'il faut chercher les assises inférieures du bassin. Elles consistent en glaises bigarrées avec gypse qui, d'après la place qu'elles occupent, paraissent devoir être rapportées au Muschelkalk dont elles constitueraient la base. Elles ne s'étendent pas bien loin vers le Nord, car au sortir de la ville le chemin de fer qui est en tranchée profonde met à jour des calcaires jaunâtres appartenant à l'étage danien du terrain crétacé, avec une inclinaison très forte vers le Nord. Aucune faille n'est plus nette, elle résulte à la fois de la différence dans la nature des roches en contact et dans le sens du plongement.

A la hauteur de Salies, le Muschelkalk est traversé par une série de pointements ophitiques alignés à peu près Est-Ouest et dont le plus apparent est celui qui domine la ville. Du côté du Sud, ces pointements sont flanqués par une assise calcaire peu puissante plongeant fortement dans cette direction et passant sous les marnes qui contiennent le sel. Dans ces calcaires en partie métamorphosés et transformés en marbre par leur contact avec la roche éruptive il est impossible de ne pas reconnaître le Muschelkalk. Au sommet de la colline d'Espancoussès située sur le revers opposé de la vallée, on rencontre les bancs dolomitiques qui couronnent d'habitude la formation. Elle se montre du reste au-dessous des marnes irisées dans toute l'étendue du bassin. Nous avons pu notamment la suivre, au fond du vallon où sont situées les exploitations de plâtre, jusqu'au château de Castelbon.

Ces exploitations sont ouvertes sur une masse puissante de plâtre grenu, grisâtre. Les cristaux de pyrite que l'on rencontre d'habitude dans le gypse des marnes irisées, acquièrent à Marsoulas des dimensions considérables; quelques-uns ont un volume de plusieurs centimètres cubes. Sur le plateau de Marsoulas qui domine les carrières on rencontre les petites assises de calcaire dolomitique terreux à surfaces lisses qui caractérisent la partie moyenne des marnes irisées.



Le Trias est donc représenté dans le bassin de Salies par deux de ses membres : le Muschelkalk et le Keuper.

*Pointement triasique de Gaujacq et Bastennes.* — La Chalosse à laquelle appartient le pointement triasique de Gaujacq et Bastennes est cette petite région naturelle qui s'étend au Sud de l'Adour entre Saint-Sever et Dax. Elle en renferme plusieurs autres parmi lesquels il convient de citer le Montpeyroux, les Pouy d'Arzet et d'Euze et le Tuco de Tercis, tous bien connus des géologues. Le pointement de Gaujacq tient toutefois en Chalosse le premier rang tant sous le rapport de son étendue qu'à raison de la netteté des failles situées à sa périphérie.

La reconnaissance du Trias avec sa composition normale dans l'intérieur de la chaîne des Pyrénées a jeté beaucoup de jour sur la constitution géologique de la Chalosse. Elle a permis, en effet, de rapporter à cette formation les pointements de marnes versicolores avec gypse et sel gemme, les calcaires azoïques et les dolomies qui leur sont associés et dont l'attribution avait donné lieu jusque dans ces derniers temps aux appréciations les plus diverses.

Le pointement triasique de Gaujacq occupe entre la vallée du Louts et celle du Luy un espace de forme à peu près trapézoïdale dont la grande base, parallèle au cours de cette dernière rivière, a environ sept kilomètres de longueur, la hauteur étant de quatre kilomètres. Sur toute sa périphérie il est flanqué par des formations plus récentes dans des positions tout à fait anormales. Du côté du Nord il y a à Laprabende à l'Ouest de Bergoney quelques affleurements crétacés relevés presque verticalement et on peut faire la même observation sur les couches nummulitiques de la métairie du Mas, sous l'église de ce village. Du côté de l'Est entre Saint-Cricq et Brassempouy le pointement est constamment en contact avec des assises éocènes affectant les allures les plus singulières. Ainsi dans la carrière de Commariou elles plongent manifestement vers le centre du bassin, de telle sorte qu'elles semblent passer sous les marnes irisées. Sur le versant sud il y a également discordance complète entre les assises en contact : ce sont tantôt des calcaires sénoniens qui viennent buter contre les assises triasiques, comme on le voit sur la crête du coteau de Gaujacq, au sommet de la route d'Amou et plus à l'Est sous la métairie de Cantin, tantôt les marnes miocènes lacustres de l'Armagnac. Enfin, vers l'Ouest, les dérangements ne sont pas moins étendus au contact du pointement triasique ; le terrain nummulitique est fortement relevé dans une direction qui se rapproche du Nord-Est, comme on le voit sur le chemin qui monte

à Bastennes et au fond du vallon d'Arrimblar on constate de nouveau la présence des marnes de l'Armagnac en regard des marnes irisées (1).

Tous ces contacts anomaux, conséquences des failles situées à la périphérie du pointement et de leur amplitude très inégale sont fortement imprimés dans le relief du sol de la contrée. En effet du côté du Sud, les coteaux de Gaujacq en bordure sur la vallée du Luy présentent des pentes très fortes. A l'Ouest le bassin triasique est exactement limité par le vallon d'Arrimblar, comme il l'est à l'est par une profonde dépression sèche qui s'étend entre Brassempouy et Saint-Cricq.

En parcourant le bassin triasique de Gaujacq, on y rencontre quelques épanchements ophitiques. Le plus apparent est celui qui constitue le monticule sur lequel s'élève l'église de cette commune, presque au centre de figure du pointement. Mais, comme il fallait le prévoir, ils sont surtout nombreux dans les failles terminales qu'ils jalonnent sur toute leur étendue. On le voit bien nettement sur le flanc nord du bassin aux environs de Bergouey où il y a un dyke ophitique rectiligne dirigé à peu près Est-Ouest qui n'a pas moins de trois kilomètres de longueur. On constate également la présence de l'ophite au fond du vallon d'Arrimblar, à proximité des mines où l'on a exploité le bitume dans la mollasse marine. Enfin, sur le revers méridional du bassin, on rencontre quatre pointements ophitiques, savoir à la métairie du Peyrigain, au Sud de Bastennes, au Montcaut sous le château de Gaujacq et en deux autres points situés au-dessous du Pouy.

Les marnes de Keuper occupent presque la totalité des vingt-cinq kilomètres carrés compris dans le bassin. Elles y sont, il est vrai, recouvertes sur quelques points par la mollasse marine à *Ostrea crassissima* et par les sables fauves qui en dépendent, comme on le voit au-dessus de Bastennes, aux bitumières de cette localité, au château de Gaujacq et au Pouy ; mais leur existence dans la profondeur au-dessous de ces buttes isolées ne saurait être mise en doute. Comme celles du Keuper lorrain elles se délitent en fragments conchoïdes et n'affectent que très rarement la disposition schisteuse. On y observe la bigarrure de couleurs caractéristique de l'étage,

(1) C'est à dessein que nous avons insisté sur les failles très nettes qui circonscrivent sur ses quatre faces le bassin triasique de Gaujacq. En appliquant à ce bassin la méthode d'observation préconisée dans une des dernières livraisons du *Bulletin de la Société Géologique*, on pourra, en s'autorisant de l'âge des couches fossilifères ambiantes, le faire indifféremment crétacé, éocène ou même miocène, suivant le côté par lequel on l'abordera.

avec prédominance des teintes rouges lie de vin, grises, gris verdâtre ou bleuâtre.

Un des caractères le plus constants des marnes versicolores de la région est de renfermer des cristaux de quartz bipyramidés. On en trouve notamment au Cassoura, au fond du vallon d'Arrimblar, sous le village de Bastennes; ils sont associés sur ce point à l'arragonite en cristaux prismatiques hexagonaux, diversements modifiés. Dans la plupart des cas, les cristaux, au lieu d'être isolés, sont réunis et forment des agrégats scoriacés dont les vides sont remplis de gypse et à la surface desquels les cristaux apparaissent d'une manière très nette. Comme cela a lieu en Lorraine, ces concrétions quartzieuses et gypsifères sont très communes dans les marnes irisées du massif de Gaujacq. Parmi les localités où on les rencontre, il convient de citer Cazalieu, Hollibouge, Labat, Haza, dans le voisinage de l'église, Housserat au Nord de ce point, les marnières de Larrous dans le vallon de Larissan. (1)

On rencontre assez fréquemment des gîtes de gypse dans le massif triasique de Gaujacq. Le plus important est situé au Grand Longpré, métairie à proximité de la route de Montfort à Hagetmau. La masse qu'on y exploite n'a pas moins de 7 à 8 mètres de puissance. Elle est enclavée dans des marnes rougeâtres, remplies de petits filets de gypse fibreux.

Une des particularités du Keuper de cette région est de donner naissance à des sources salées, corrélatives de la présence d'un gîte de sel dans la profondeur. Ces sources qui sont figurées sous le nom de *Puits salins* sur la carte du Dépôt de la Guerre, sont situées dans le fond du vallon de Larissan, au Nord un peu Ouest de l'église de Gaujacq.

Dans le voisinage presque immédiat des puits salins, le chemin creux qui monte à cette église, recoupe des assises minces, terminées par des surfaces planes très nettes, ayant l'apparence de calcaires marneux, mais rappelant complètement celles qui ont été désignées en Lorraine sous le nom de *dolomie moyenne*. Elles sont fortement relevées dans une direction parallèle au soulèvement des Pyrénées, comme tout l'ensemble du bassin. La présence de ces calcaires dolomitiques au voisinage des puits salins est très remarquable. C'est un rapprochement de plus à faire avec le Keuper des val-

(1) Ces concrétions sont une des roches les plus caractéristiques du Keuper typique. C'est leur présence dans les marnes versicolores de Gaujacq qui, en 1881, a appelé pour la première fois mon attention sur l'attribution qu'il convenait de leur donner.



lées de la Meurthe et de la Seille qui présentent la même association.

Les calcaires dolomitiques cloisonnés, vulgairement connus sous le nom de cargneules, sont très communs dans les marnes irisées des environs de Gaujacq et de Bastennes.

Enfin, un dernier point de contact avec le Keuper lorrain résulte de la rencontre que nous avons faite, dans une des marnières de la métairie de Larous, de rognons de fer carbonaté lithoïde, une des roches essentielles de la formation.

Le Muschelkalk n'occupe qu'une place restreinte dans le massif triasique de Gaujacq. On trouve cependant, surtout dans la partie méridionale du pointement, quelques couches de calcaire azoïque qui, tant à raison de leur position dans l'amont-pendage des marnes irisées que par suite de leur faciès typique ne peuvent être rapportés qu'à ce terrain. Il y a un petit lambeau de ce calcaire au contact de l'ophite près de la métairie du Peyrigain. Un affleurement plus important se montre sous le Cap de Salem, le long du chemin qui va du château de Gaujacq au Pouy. Il comprend une série d'assises peu épaisses d'un calcaire grenu, de couleur gris de fumée, paraissant dolomitique et donnant une chaux moyennement hydraulique. L'affleurement a une huitaine de mètres de hauteur. Les couches qui plongent vers le Nord, un peu Est, sont recouvertes par un gros banc de dolomie dans lequel on remarque quelques lamelles de talc. Elles reparaisent du côté de l'Est près de la métairie de Lauga.

*Pouy d'Euze.* — Le Pouy d'Euze est le monticule conique qui s'élève sur les bords de l'Adour, à quelques centaines de mètres à l'Ouest de la ville de Dax et au sommet duquel on voit encore l'observatoire de Borda d'Oro. Comme sa forme ardue le fait pressentir, c'est un pointement d'ophite. La roche qui est grenue, légèrement lamellaire, d'un noir verdâtre, se délite en grosses boules à écailles concentriques.

Les marnes irisées accompagnent le pointement ophitique du Pouy d'Euze. A raison du voisinage de l'Adour et de l'extension du diluvium, on ne les voit bien que dans un chemin creux qui contourne le monticule du côté de l'Ouest. Elles se montrent avec leurs nuances vives, au bas de la tranchée de ce chemin recouvertes par le sable de la mollasse marine qui les a ravinées et qui l'est lui-même par les alluvions anciennes. Dans cette même direction de l'Ouest, elles ont été recoupées pour la construction des chemins de fer de Dax à Puyôo. On rapporte qu'on y a exploité autrefois un peu de plâtre.

Selon toute vraisemblance, le Keuper enveloppe le Pouy d'Euze du côté du Sud. Il se rattache manifestement aux marnes qui ont été traversées par le sondage exécuté en 1864 dans un des fossés de la place de Dax et qui a amené la découverte du sel gemme dans la région.

Le flanc du Pouy d'Euze qui regarde l'Adour est très raide et présente tous les caractères d'une coupure produite par une faille. Il en existe, en effet, une très nette le long de la promenade dite des Baignots qui longe la rive gauche du fleuve. On y voyait autrefois un affleurement dolomitique qui a disparu, lorsqu'on a nivellé le sol. On y a recueilli des échinides de la faune sénonienne. Il est donc établi qu'à Dax, comme sur les revers du coteau de Gaujacq, la Craie blanche se trouve en contact avec les marnes irisées.

C'est à la faille des Baignots qu'il faut rapporter les nombreuses sources thermales qui prennent naissance dans l'intérieur et au voisinage de la ville de Dax et dans le lit même de l'Adour. Elles y ont leurs points d'émergence et sont alignées suivant sa direction qui ne s'éloigne guère de l'Est-Ouest. Parmi ces sources il convient de signaler la fameuse fontaine chaude qui s'élève du fond d'un grand entonnoir, en répandant une buée abondante dans la partie Nord-Est de la ville. C'est, en effet, un des plus beaux phénomènes naturels que l'on puisse contempler (1).

*Conclusions.* — Nous croyons avoir justifié toutes les conclusions de la note du 21 juin 1886 et c'était là le but principal que nous avions en vue en publiant nos observations.

Envisageant en premier lieu le système triasique sous le rapport

(1) Nous avons cru devoir limiter la description du pointement triasique de Dax aux environs immédiats de cette ville. Nous n'ignorons pas qu'il s'étend beaucoup au delà dans la direction du Sud et que les coteaux de Saint-Pandelon, le Pouy d'Arzet, le Montpeyroux et la fontaine salée de Bidaous dans un petit vallon sur le revers méridional de cette dernière colline appartiennent manifestement à la formation triasique. Nous aurions pu également faire entrer dans le cadre de notre notice le pointement keupérien du Tucco de Tercis intercalé par failles, entre le Sénonien de la Grande-Roque et le Néocomien du Vinport où l'étude du terrain est facilitée par la grande marnière ouverte au point culminant du chemin de Dax à Rivière sur la rive gauche de l'Adour. Nous y aurions trouvé de nouveaux exemples à l'appui de nos conclusions. Nous ne nous arrêtons donc que pour ne pas nous exposer à des redites inutiles. Mais nous ne pouvons citer ces localités classiques en Chalosse, sans faire remarquer qu'ayant attiré l'attention d'un grand nombre de géologues, elle ont été de leur part l'objet d'appréciations les plus diverses. Or, la reconnaissance du Trias et le métamorphisme exercé par les ophites sur les roches ambiantes ont résolu de la manière la plus heureuse, les difficultés d'interprétation que ces roches présentaient.

de sa composition, nous avons montré, en effet, que sur de nombreux points de la chaîne des Pyrénées, et assez souvent à de grandes altitudes, il était représenté par ses trois termes; Grès bigarré, Muschelkalk, Marnes irisées. Dans quelques cas nous avons pu établir que, reposant sur les grès et les poudingues permien et recouvert par le Lias, ce système se trouvait bien à sa place normale.

Dans la plaine étendue sur le revers septentrional des Pyrénées où nous avons ensuite suivi le Trias, nous avons fait voir, par quelques exemples empruntés aux pointements les plus connus, qu'il conservait ses caractères.

L'assimilation du Trias de la région pyrénéenne au type lorrain, choisi à dessein comme étant, en France, le plus développé et le plus complet, ne repose jusqu'ici, il est vrai, que sur les analogies de composition et de faciès que présentent les roches et sur l'uniformité de leur disposition d'ensemble. Mais le rapprochement tire une grande valeur de l'identité de composition que cette formation présente dans les diverses régions du territoire français où elle affleure (1). Nulle difficulté d'ailleurs pour le Grès bigarré et le Keuper. On est assez disposé à reconnaître que l'analogie de composition suffit pour établir l'assimilation d'un point à l'autre, bien qu'ils soient fossilifères en Lorraine : le premier dans ses assises supérieures à ciment dolomitique, le second à la fois dans ses dolomies moyenne et supérieure, et dans les rognons de fer cabonaté lithoïde qui constituent une de ses roches essentielles (2).

L'objection fondée sur l'absence de fossiles ne porte en réalité que sur le Muschelkalk. A cet égard on peut remarquer que ce terrain ne justifie en aucune façon sa dénomination. Rien ne le prouve mieux que les localités typiques adoptées pour le Muschelkalk par Alcide d'Orbigny dans son cours élémentaire de Paléontologie et de Géologie stratigraphiques. Ce sont Lunéville et les environs du

(1) Il y a longtemps déjà que M. Levallois a établi le fait, en comparant le Keuper du Jura à celui de la Lorraine. Les observations que nous avons faites sur de nombreux points de la France nous permettent de le généraliser, en affirmant qu'aucun terrain ne conserve mieux que le Trias ses caractères lithologiques et sa disposition d'ensemble. C'est ce que l'on peut voir notamment aux environs de Decize sur les bords de la Loire, à Saint-Léger-sur-Dheune, dans le petit pointement de Molières près d'Alais, enfin dans toute la Provence. Dans cette dernière région la coupe de la montagne de Grasse, prise dans le ravin de Magagnosc situé à l'Est de la ville est une des plus remarquables, parcequ'elle met à jour toutes les assises avec une grande netteté, elle permet d'y retrouver toutes celles du type lorrain à leur place depuis le sommet du Keuper jusqu'à la partie moyenne du Muschelkalk.

(2) Voir la description géologique et minéralogique de la Moselle, page 184.



Beausset. Or si la première ne soulève aucune objection, tous les géologues qui ont eu occasion d'étudier la seconde, sont bien obligés de reconnaître qu'elle est assez pauvre au point de vue fossilifère.

Remarquons encore que les Pyrénées ne sont pas la seule région dans laquelle le Muschelkalk paraisse azoïque. Les environs de Bourbonne-les-Bains, par exemple, sont dans ce cas, bien qu'ils appartiennent à la bande étendue sur le revers occidental des Vosges qui renferme la localité typique de Lunéville. L'absence de fossiles dans le Muschelkalk de la région de Bourbonne paraît tenir à ce que l'étage calcaire de ce terrain renferme une proportion assez notable de magnésie.

Enfin, si jusqu'ici on n'a pas trouvé de fossiles dans les assises calcaires et dolomitiques intercalées dans les Pyrénées entre le Grès bigarré et le Keuper et qui ont été rapportées au Muschelkalk, il faut reconnaître que c'est peut-être seulement une lacune provenant de ce que les courses de montagnes par l'étendue qu'elles doivent embrasser pour être fructueuses sont peu favorables à ce genre de recherches. Dans notre pensée, cette lacune ne peut manquer d'être comblée dans un avenir prochain. Il y a déjà quelques indices qui ne permettent pas d'en douter. Ainsi dans un des échantillons provenant des affleurements du muschelkalk d'Élissetheborda, près de Saint-Jean-Pied-de-Port, on trouve des traces très apparentes, mais indéterminables, de corps organisés.

En ce qui concerne le gisement du Trias dans l'intérieur de la chaîne des Pyrénées nous ne nous sommes point contenté de justifier les conclusions de la note de 1886. Nous avons, en effet, apporté de nouvelles données recueillies dans la partie orientale de ces montagnes à l'appui des observations faites dans la région occidentale. Suivant nous, l'alignement des bassins triasiques sur de grandes étendues est un des traits les plus saillants de la géologie des Pyrénées. Il présente beaucoup d'intérêt, parce qu'il implique la disposition rectiligne des plis dans lesquels les bassins sont enclavés et qu'il met en complète évidence la belle ordonnance de la chaîne, entrevue par Palassou à la fin du siècle dernier. On peut l'opposer à certaines cartes où elle est complètement méconnue dans des contours qui sont à priori inexacts et à certaines publications qui ne tendraient à rien moins qu'à reformer les données les mieux établies de l'orographie de la chaîne.

Enfin, comme nous l'avons avancé, il y a deux ans, tous les bassins triasiques de la plaine étendue sur le versant septentrional des Pyrénées se trouvent encadrés dans des failles tellement évidentes qu'elles sont pour ainsi dire tangibles. A cet égard nous n'avons

qu'à nous référer aux détails circonstanciés qui accompagnent la description des pointements triasiques de Sougraigne, de Salies, de Gaujacq et de Dax. Dans les relevés géologiques les failles sont trop souvent négligées ou même méconnues. Nous en avons montré les conséquences, quand à propos du pointement de Gaujacq, nous avons établi que son âge était subordonné aux points par lesquels on l'abordait. On reconnaîtra sans peine que les critiques soulevées par la note de 1886 n'ont pas d'autre origine que la méconnaissance absolue des failles.

*Sur des éboulis quaternaires à Hélix des environs d'Alger,*

par M. Welsch.

Sur le flanc des collines de Mustapha, au Sud d'Alger, au-dessus de la plaine basse du champ de manœuvres, se trouve une vallée largement ouverte au Nord-Est, où passe un ancien chemin, dit romain, qui va de Mustapha inférieur à Birmandreis. Au-dessus de l'endroit appelé Fontaine-bleue, la Compagnie Algérienne a fait exécuter de nombreux travaux de routes et constructions qui permettent d'examiner facilement les formations géologiques de la vallée.

Le sous-sol est constitué des deux côtés de la vallée par des calcaires grossiers jaunâtres en bancs quelquefois friables, quelquefois durs qui appartiennent au Pliocène moyen ou Astien. C'est ce que l'on appelle vulgairement tuf dans ces parages. La partie supérieure de la vallée est constituée par une autre formation que nous n'avons pas à considérer ici.

Ces calcaires grossiers (mollasses) ont été disloqués pendant leur soulèvement et sont parcourus par de nombreuses fentes et crevasses. Quelques-unes présentent une largeur de un à deux mètres, avec une profondeur de cinq à six mètres. Elles ont été remplies par des dépôts plus récents, ressemblant à des éboulis et à des brèches. Ceux-ci sont à leur tour recouverts par la terre rouge.

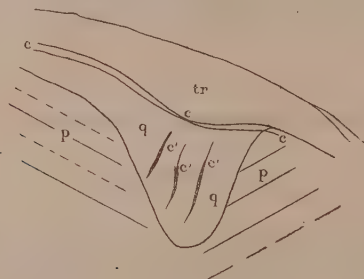
Mon attention a été attirée sur ces dépôts de fentes par la découverte de nombreux *Cyclostoma sulcatum*, espèce que je n'avais jamais rencontrée à l'état vivant aux environs d'Alger.

Voici une coupe que l'on peut observer sur le talus de droite du chemin de Birmandreis, au-dessus de la villa appelée Monte-Mario.

Les couches pliocènes *p* ont été disloquées et forment une poche dont l'ouverture a deux mètres de large. Les blancs pliocènes plon-

gent de chaque côté vers le milieu de la poche, il y a eu là une dislocation. La terre rouge *tr* recouvre la poche, elle constitue la terre végétale en cet endroit ; sa partie supérieure est plus brune et plus grise, à cause des détritux végétaux.

Fig. 1.



p bancs pliocènes  
q brèche quaternaire  
cc<sup>h</sup> croûtes calcaires  
tr terre rouge végétale.

La poche est remplie de sables terreux rougeâtres et de fragments et blocs de calcaire jaune pliocène, peu ou pas roulés. Cela constitue une espèce de brèche où les fragments de calcaire se distinguent très bien par leur couleur jaune au milieu de la masse rougeâtre qui les agglomère. La grosseur des blocs est variable et ils sont disposés sans ordre. Ces fragments ont conservé leur couleur au centre, mais ils sont recouverts à la surface d'une patine rougeâtre. Celle-ci est due en partie aux eaux fluviales qui entraînent la couleur rouge de la terre végétale et même de la masse terreuse qui occupe la poche ; elle est due aussi à un commencement de décomposition des blocs calcaires qui se désagrègent et dont les sels de fer s'oxydent.

La séparation des éboulis et de la terre rouge est indiquée par une croûte calcaire *c* très nette d'épaisseur variable jusqu'à quelques centimètres ; cette croûte est dure et composée de petites couches très fines alternativement blanches et rouges ; elle ressemble tout à fait à un calcaire concrétionné et à un travertin. Cette carapace calcaire, qui couvre la poche, est le représentant d'un phénomène constaté par tous les géologues du Nord de l'Afrique et du Sahara Algérien et dont M. Pomel a donné l'explication. Elle est due à l'as-



cension d'eau calcaire qui vient s'évaporer à la surface du sol en laissant déposer des couches minces dont les plus dures sont à l'extérieur.

On distingue aussi quelques croûtes calcaires *c'* au milieu des éboulis de la poche; elle sont irrégulières, d'un blanc jaunâtre, épaisses de quelques millimètres. Elles indiquent plusieurs phases dans le remplissage de la fente.

On peut voir beaucoup de fentes remplies de ces débris quaternaires, d'abord sur le Boulevard de Mustapha (ou Boulevard Bru) où les carrières ouvertes pour l'extraction du tuf et de moellons permettent un examen facile; puis dans les talus de la rue de la Paix et de la route qui monte au cimetière de Mustapha.

Sur le côté droit de la vallée, les couches pliocènes supportent absolument la même formation sous forme d'éboulis, dont les blocs ont plusieurs mètres cubes et sont réunis par le même ciment. Celui-ci avait été enlevé pour en faire du mortier, aussi j'ai pu pénétrer sous un gros bloc où j'ai trouvé une accumulation extraordinaire d'*Helix aspersa* et de *Cyclostoma sulcatum*, dans le tuf rougeâtre. Probablement les Mollusques de la contrée avaient pénétré dans les interstices de ces blocs pour s'y mettre à l'abri contre les intempéries de la saison froide ou bien contre la chaleur de l'été. C'est ce qui arrive encore aujourd'hui en Algérie pour les Mollusques vivants lesquels disparaissent pendant les chaleurs de l'été, ou bien par les froids d'hiver dans les montagnes.

Voici la liste des espèces recueillies dans la vallée (1) :

<i>Helix psatura</i> , Bourg.	c	<i>Pupa muscorum</i> , Linné et Drap., non
— <i>aspersa</i> , Drap.	tc	Pfeiffer (on le met quelquefois
— <i>roseo-tincta</i> , Forbes;	c	dans le genre <i>Vertigo</i> , ou dans le
— <i>Gougeti</i> , Terver;	f	genre <i>Isthmia</i> , r
— <i>Amanda</i> , Rossmassler;	c	<i>Rumina decollata</i> , Linné; c
— <i>barbara</i> , Linné;	r	<i>Glandina algira</i> , Brug. x
		<i>Cyclostoma sulcatum</i> , Drap. tc.

Ces coquilles sont très friables lorsqu'on les retire de la masse rougeâtre, elles sont plus dures lorsqu'elles ont été exposées à l'air. Il y avait encore quelques autres espèces, mais que je ne cite pas, parce que leur détermination laisse à désirer, les échantillons étant jeunes ou incomplets. De plus, j'ai eu soin de ne prendre que les

(1) Ces espèces sont déterminées avec tout le soin désirable, J'ai pu les comparer aux types vivants de la collection de M. Joly, d'Alger. J'ai revu toutes les déterminations dans la *Malacologie de l'Algérie* par Bourguignat.

espèces bien fossiles, avec la gangue collée à la surface et reconnaissable à l'intérieur. J'ai laissé de côté aussi les échantillons qui proviennent de Mollusques récents lesquels pénètrent dans les fentes superficielles et sont ensevelis là, de manière à faire croire à leur ancienneté.

Les dix espèces citées sont encore vivantes en Algérie. Deux sont spéciales au Nord de l'Afrique, *Helix Gougeti*, et *Helix roseo-tincta*; les autres se retrouvent dans le Midi de l'Europe, notamment en Sicile; six vivent en France, au moins dans le Midi, ce sont : *H. psatura*, *H. aspersa*, *H. barbara*, *Pupa (Isthmia) muscorum*, *Rumina decollata*, *Cyclostoma sulcatum*. L'ensemble représente tout à fait une faune méditerranéenne.

Deux espèces ne se retrouvent plus à l'état vivant dans les environs immédiats d'Alger : *H. Gougeti* et *Cyclostoma sulcatum*. La première se retrouve seulement à Tlemcen, et en Kabylie. Tlemcen est à 400 kilom. à l'Ouest d'Alger et les montagnes de Kabylie à 400 kilom. à l'Est. En résumé, c'est une espèce rare qui est très remarquable par ses caractères. Elle était déjà rare à l'époque quaternaire, je n'en ai que deux exemplaires, mais montrant parfaitement le caractère de la bouche qui porte une denticulation.

Le *Cyclostoma sulcatum* se retrouve sur toutes les montagnes de la côte algérienne, notamment à Dellys, à 80 kilom. à l'Est d'Alger, etc; je l'ai trouvé en très grande abondance à l'état fossile.

Ces deux espèces indiquent un climat plus froid que le climat actuel de la côte et d'Alger. L'*Helix Gougeti* se retrouve sur les sommets de la Kabylie de 1200 à 2300 mètres, où la neige reste sur le sol pendant trois mois au moins (1). Le climat de Tlemcen est aussi beaucoup plus froid que celui d'Alger, avec neige en hiver.

Le *Cyclostoma sulcatum* vit aujourd'hui en Kabylie, entre 700 et 1200 mètres d'altitude, dans une région où la neige dure un mois (2).

Le *Rumina decollata* et l'*Helix aspersa* vivent aussi avec les précédents. Pour les autres, je ne puis rien avancer, je n'ai pas de renseignements suffisants.

En tous les cas, on voit que l'*Helix Gougeti* et le *Cyclostoma sulcatum* habitaient autrefois les bas pays, et qu'ils se sont réfugiés sur les hauteurs, probablement à cause de l'élévation de la température; c'est un phénomène que l'on a aussi constaté en France pour certains Mammifères quaternaires.

(1) Voir *Aucapitaine*, — 1862. Mollusques terrestres et d'eau douce de la Haute Kabylie, p 17.

(2) *Id.* p. 17.

Je dois ajouter que cinq des espèces précédentes sont connues à l'état fossile en Algérie (1), mais dans des formations différentes, comme les grès à Helix du littoral et les formations continentales des Hauts Plateaux et du Sahara algérien.

J'ai suivi ces brèches et ces éboulis sur les collines pliocènes, au Sud d'Alger. On les retrouve, avec une épaisseur variable pouvant atteindre plusieurs mètres, dans les carrières de Belcourt, du Jardin d'essai, du ravin de la Femme-Sauvage, jusqu'à plusieurs kilomètres. Toujours à peu près la même faune, notamment *Cyclostoma sulcatum*.

Les espèces que je cite ne sont pas bien nombreuses, mais j'ai pensé qu'il était bon de les faire connaître comme une petite contribution à l'étude de la faune quaternaire qui a précédé la faune actuelle.

### *Le terrain pliocène de la Vallée de l'oued Nador,*

par M. Welsch.

A l'Ouest d'Alger, il existe une série de collines parallèles au bord de la mer, constituant ce que l'on appelle le Sahel d'Alger et de Koléah. Ces collines sont limitées au Sud par la plaine de la Mitidjah, qu'elles séparent ainsi de la mer par une ligne dirigée à peu près O. S. O. Vers Tipaza et Marengo, à 70 kilomètres d'Alger, elles vont se terminer contre la partie sud du massif montagneux du Chenouah. Cette chaîne de collines est constituée par des terrains pliocènes et quaternaires qui reposent au Nord, d'un côté sur le massif cristallophyllien d'Alger avec interposition de grès miocènes, de l'autre sur le massif crétacé et nummulitique du Chenouah.

La plaine de la Mitidjah présente une inclinaison générale au Nord, aussi les cours d'eau s'écoulent-ils vers le Sahel. Ils seraient arrêtés complètement, s'il n'y avait quelques coupures à travers la rangée de collines pour leur permettre de s'écouler dans la mer.

La dernière coupure à l'Ouest se trouve entre Marengo dans la plaine et Tipaza au bord de la mer, c'est la vallée de l'oued Nador. Elle est dirigée à peu près du Sud au Nord : son point de départ dans la plaine est à soixante mètres d'altitude environ : elle est tracée au milieu de collines atteignant deux cents mètres d'altitude au plus, sauf dans la partie inférieure où la rive gauche est constituée par la montagne du Chenouah qui atteint 907 mètres.

(1) Voir Bourguignat, Paléontologie de l'Algérie, 1862.



Cette vallée facilite considérablement l'étude de cette région, en permettant d'examiner le sous-sol, les diverses assises qui le constituent et les faunes qu'on y rencontre.

Le terrain pliocène est formé, dans cette vallée, d'un seul groupe de couche dont l'épaisseur dépasse 100 mètres. Il est entièrement marin et représente l'étage *Astien* (de Rouville) pris, avec M. Charles Mayer (1), au sens large de ce terme, c'est-à-dire en y comprenant le *Plaisancien* et l'*Astien* proprement dit.

Dans la vallée de l'oued Nador, le *Plaisancien* est argileux et constitué par deux assises qui sont :

1° des argiles bleues compactes, à la base ;

2° des argiles sableuses grises avec des sables gris.

L'*Astien* est plus particulièrement arénacé et calcaire, et comprend aussi deux assises, qui sont :

3° Sables jaunes fins.

4° Calcaires jaunâtres.

Il n'y a pas de discordance de stratification entre ces deux sous-étages. Lorsqu'on peut observer leur contact, il y a parallélisme des couches. Tous les mouvements subis par ces couches ont affecté les deux séries de strates.

Le *Plaisancien* est visible sur une épaisseur moins grande que l'*Astien* ; mais, d'après des sondages faits en d'autres régions, il est quelquefois plus épais. Il n'est à découvert que dans le thalweg de l'oued Nador ou de ses affluents, et on ne voit pas quel est son substratum.

L'*Astien* est plus superficiel et affleure sur des étendues infiniment plus grandes. C'est lui qui constitue réellement le sous-sol des coteaux, sauf aux points où il est recouvert par des couches quaternaires un peu épaisses.

L'inclinaison des couches est variable, en direction et en grandeur, selon les points considérés. D'une façon générale, le Sahel est formé dans le voisinage, par un bombement anticlinal, dirigé à peu près suivant l'axe de ces collines. Au Sud de cet axe, les couches plongent vers la plaine ; au Nord, elles plongent vers la mer. Mais par suite des mouvements qui ont produit la vallée, on peut constater d'autres inclinaisons.

Lorsqu'on quitte la plaine de la Mitidjah, en suivant la route actuelle de Marengo à Tipaza, et qu'on pénètre dans la vallée, on voit des deux côtés les couches plonger au Sud, suivant l'inclinaison même du sol.

(1) *Bull. Soc. Geol.* 3<sup>e</sup> série, t. V, p. 282, 1877.

A gauche, les petites carrières ouvertes le long de la route qui mène à la ferme Colson, permettent de reconnaître facilement cette inclinaison dans les sables et calcaires supérieurs. Sur le côté droit, le lit de l'oued Nador, en ce point très encaissé, montre une partie des couches inférieures et les couches supérieures, qui plongent au Sud parallèlement les unes aux autres. On peut les suivre le long de la rivière sur le sentier qui mène à la ferme Kœnig.

En suivant la route vers le Nord, on voit, 1,200 mètres plus loin, une coupe naturelle, sur la r. g. de l'oued Maniah, affluent de la r. g. de l'oued Nador. Là, les couches plongent à l'O. N. O. de quelques degrés, depuis le niveau de la rivière jusqu'au sommet de la colline ; on voit là sur leurs tranches à peu près toutes les assises du Pliocène de la vallée. C'est surtout cette coupe qui est intéressante à étudier.

Deux kilomètres plus loin, la route entame à gauche la colline où se trouve la maison Durand, on voit les grès et calcaires supérieurs dont les bancs plongent aussi à l'O. N. O. de quelques degrés.

Dans la partie inférieure de la vallée, les couches plongent des deux côtés vers le lit de l'oued Nador. Sur la rive droite, elles sont peu visibles depuis le village du Nador jusqu'à Tipaza ; elles sont recouvertes par la terre rouge. Mais, sur la rive gauche, les assises pliocènes s'appuient sur le Chenouah ; elles sont redressées assez fortement et ont été ravinées par les torrents qui descendent de la montagne (1).

*Coupe de l'Oued Maniah.* — On peut relever la coupe suivante sur la rive gauche de l'Oued Maniah, près de son embouchure dans l'Oued Nador, dessous la maison ruinée indiquée sous le nom de Dar el ioudi sur la Carte topographique, feuille de Tipaza. Il y a là, un mamelon d'une altitude de 110 mètres, dont la partie gauche a été éntaillée profondément à la base de manière à former une grande falaise qui constitue une coupe très nette ; mais sur la partie droite et vers le sommet, ce mamelon est couvert de broussailles et de terre végétale qui gênent beaucoup l'observateur. — Cette coupe est typique et c'est la plus complète dans tous les environs. A partir du lit de la rivière, jusqu'au sommet du mamelon, on distingue :

(1) On pourra suivre ces différentes indications sur la carte topographique de l'Algérie au 1/50.000, feuilles de Marengo et de Tipaza ; et plus tard, sur ces mêmes feuilles, coloriées géologiquement, par le service de la carte géologique de l'Algérie, sous la direction de MM. Pomel et Pouyanne. C'est à l'occasion des courses faites sur le terrain pour ce service que j'ai observé les terrains qui font l'objet de cette note. J'ai pu étudier les fossiles trouvés, surtout grâce à M. Pomel, qui a mis à ma disposition les livres et les collections du laboratoire de Géologie de l'Ecole des Sciences d'Alger.

1° Des *argiles bleues compactes*, visibles sur une épaisseur de 12 mètres environ, dont on ne voit pas la base. L'argile est compacte, dure, sèche, à éléments fins, sans cailloux ni gravier d'aucune sorte, sauf pour les parties exposées à l'air depuis longtemps qui deviennent un peu sableuses à la surface ; ce sable étant toujours excessivement fin. L'argile forme des bancs homogènes, d'épaisseur très variable de quelques centimètres jusqu'à un 1/2 mètre. Ces bancs se présentent sur la falaise en lignes horizontales et plongent à l'O.N.O. de 12° environ. Ils se reconnaissent de loin à la couleur bleue, surtout à la suite d'un éboulement, lorsque la surface n'est pas encore altérée et que les parties supérieures n'ont pas encore coulé sur les inférieures, à la suite des pluies. Cette coloration bleue est plus foncée vers le bas et dans la partie moyenne, elle s'atténue à mesure qu'on s'élève et passe insensiblement au gris.

Cette couleur change aussi, dans la masse argileuse, à certains niveaux où se trouvent des bancs de sables et grès sableux jaunâtres, analogues aux bancs gréseux de l'Astien, qui surmontent la coupe. Ces bancs tranchent nettement par leur couleur lorsqu'on les examine de loin. — Le changement de couleur et de composition se fait insensiblement de l'argile bleue compacte au grès sableux jaunâtre ; l'argile devient moins compacte, plus grise, plus sableuse, bientôt on a des sables gris argileux. Ces sables fins passent insensiblement à des sables gris jaunâtres, puis franchement jaunes dans l'épaisseur du banc considéré. Ces sables jaunes sont quelquefois agglomérés et forment de petites zones gréseuses, qui tranchent en relief sur la masse de l'argile bleue, leur dureté leur permettant de résister plus longtemps que l'argile, aux dénudations atmosphériques.

Au-dessus du banc jaunâtre, le passage à l'argile bleue se fait insensiblement en sens contraire du précédent.

Quelquefois ces bandes sableuses jaunâtres atteignent 50 centimètres, et même, à la base de la coupe, il y en a une dont l'épaisseur est de deux mètres.

D'autres fois, ces bancs commencent nettement sur la partie droite de la coupe, puis se fondent insensiblement dans les argiles bleues sur le côté gauche de la coupe.

Vers la base de la coupe, j'ai trouvé des espèces de taches charbonneuses, mais je n'ai pu obtenir de véritable empreinte de feuille.

Les fossiles marins sont nombreux en cet endroit partout dans l'argile. Ils ne sont pas réunis en bancs et paraissent irrégulièrement distribués dans la masse, quelquefois en nids. Sous l'influence de l'air et de l'eau, ils sont complètement blanchis et durcis et se détachent nettement sur le fond bleu de l'argile.



Les espèces sont nombreuses, quelques-unes très riches en individus, formant de petits amas. Elles ont certainement vécu en place et n'ont pas été roulées, car on trouve beaucoup de Lamellibranches avec les deux valves.

Les Polypiers simples et libres des genres *Stephanophyllia*, *Turbinolia*, *Flabellum*, *Ceratotrochus* sont abondants. Les Bryozoaires et les Balanes sont très rares, les débris d'Oursins aussi ; on trouve quelques radioles.

Les espèces les plus communes sont, parmi les Mollusques (1) :

<i>Copus antediluvianus</i> , Brocc.	V. <i>Natica millepunctata</i> , Lk.
<i>Pleurotoma turricula</i> , Brocc.	— <i>macilenta</i> , Philippi.
— <i>dimidiata</i> , Brocc.	<i>Dentalium sexangulum</i> , Linné.
— <i>cataphracta</i> , Brocc.	? V. <i>Gadus ventricosus</i> , Bronn.
— <i>interrupta</i> , Brocc.	V. <i>Helonyx subfusiformis</i> , M. Sars.
<i>Fusus</i> (metula) <i>mitraeformis</i> , Brocc.	V. <i>Ostrea cochlear</i> , var. Poli.
V. — <i>rostratus</i> , Olivi.	<i>Pecten cristatus</i> , Bronn.
V. — (Euthria) <i>corneus</i> , Linné.	V. — <i>opercularis</i> , Linné.
— (Anura) <i>inflatus</i> , Brocc.	V. <i>Arca Polii</i> , Mayer.
<i>Fasciolaria fimbriata</i> , Brocc.	<i>Arca diluvii</i> , Lk.
<i>Phos polygonus</i> , Brocc.	V. <i>Limopsis aurita</i> , Brocc.
? V. <i>Nassa prismatica</i> , Brocc.	<i>Nucula placentina</i> , Lk.
V. — <i>semistriata</i> , Brocc.	V. — <i>nucleus</i> , Linné.
<i>Columba turgidula</i> , Bellardi.	<i>Leda cuspidata</i> , Philippi.
<i>Typhis horridus</i> , Brocc.	V. — <i>commutata</i> , —
<i>Murex Haernesii</i> , d'Ancona.	V. — <i>pella</i> , Linné.
V. — <i>vaginatus</i> , Crist. et Jan.	<i>Yoldia nitida</i> , Brocc.
— <i>spinicosta</i> , Bronn.	<i>Cardita intermedia</i> , Brocc.
V. — <i>erinaceus</i> , var. Linné.	V. — <i>corbis</i> , Phil.
V. <i>Ranella marginata</i> , Martini.	<i>Cardium cyprium</i> , Brocc.
V. <i>Chenopus pes pellicani</i> , Linné.	V. <i>Cytherea multilamella</i> , Lk.
<i>Vermetus intortus</i> , Lk.	V. <i>Venus ovata</i> , Pennant.
<i>Turritella subangulata</i> , Brocc.	V. <i>Tellina compressa</i> , Brocc.
V. — <i>communis</i> , Risso.	V. <i>Macra triangula</i> , Renieri.
— <i>Archimedis</i> , Dubois.	V. <i>Corbula gibba</i> , Olivi.
V. <i>Xenophora mediterranea</i> , Tiberi.	<i>Terebratula ampulla</i> , Brocc.

Pour les autres invertébrés, surtout :

V. <i>Ditrypa subulata</i> , Desh.	<i>Stephanophyllia elegans</i> ?
------------------------------------	----------------------------------

Quelques fossiles sont caractéristiques de ce niveau, où ils sont plus cantonnés, étant absents ou rares dans les couches supérieures :

<i>Typhis horridus</i> .	<i>Cardita corbis</i> .
<i>Limopsis aurita</i> .	<i>Tellina compressa</i> .
<i>Nassa semistriata</i> .	<i>Stephanophyllia elegans</i> ?

(1) J'ai marqué d'un V les espèces encore vivantes. Je ne nomme pas les espèces, dont la détermination est incertaine ou qui sont probablement nouvelles.

2° *Argiles sableuses grises et sables argileux gris fins*. La transition se fait insensiblement des argiles bleues compactes à cette zone. La couleur bleue franche disparaît peu à peu, la proportion de sable augmente, on a des argiles grises sableuses ; finalement l'argile cesse de prédominer, on n'a plus que des sables gris un peu limoneux en s'élevant au milieu de la coupe. Il n'y a jamais de cailloux ni de gravier au milieu de ces sables, qui sont fins et très homogènes. L'épaisseur de l'assise atteint 8 mètres environ. A la partie supérieure, le passage à la troisième assise se fait insensiblement par diminution de l'argile et apparition de la couleur jaunâtre.

Les fossiles sont presque aussi abondants que dans les argiles bleues, en ce point particulier ; en d'autres points, dans le voisinage, ils sont même plus abondants. Ils sont plus faciles à extraire, mais moins bien conservés et plus friables. L'ensemble de la faune varie peu comme espèces avec la précédente ; mais il y a de grands changements dans le nombre des individus des diverses espèces. Certaines sont bien plus abondantes et quelquefois cantonnées à certains niveaux, où elles forment de véritables bancs. En général, les Gastéropodes sont en moindre quantité, mais pas tant comme espèces que comme individus. Les Bivalves paraissent en masse à certains niveaux.

Les espèces les plus communes et les plus caractéristiques sont :

<i>Pleurotoma dimidiata</i> , Brocc.	V. <i>Turritella communis</i> , Risso.
— <i>cataphracta</i> , id.	— <i>archimedis</i> , Dubois.
V. <i>Mitra scrobiculata</i> , id.	V. <i>Ostrea cochlear</i> , Poli.
— <i>striatula</i> , id.	<i>Pecten scabrellus</i> , Lk.
<i>Phos polygonus</i> , id.	V. — <i>opercularis</i> , Linné.
V. <i>Nassa semistriata</i> , id.	— <i>cristatus</i> , Bronn.
V. <i>Ranella marginata</i> , Martini.	V. <i>Pectunculus violacescens</i> , Lk.
<i>Ficula geometra</i> , var, Borson.	<i>Cardita intermedia</i> , Brocc.
V. <i>Cerithium vulgatum</i> , var, Brug.	V. <i>Lucina spinifera</i> , Montagu.
<i>Vermetus intortus</i> , L. K.	V. <i>Tellina cumana</i> , Da Costa.
V. — <i>arenarius</i> , Linné.	V. <i>Macra triangula</i> , Remerj.
<i>Turritella aspera</i> , Sism.	<i>Terebratula ampulla</i> , Brocc.

On n'y trouve plus *Tellina compressa*, *Limopsis aurita*, *Cardita corbis*, qui sont plus spéciaux à l'argile bleue. Il y a plutôt des Lamellibranches à coquilles grandes ou épaisses. Les *Ostrea*, *Pecten* deviennent bien plus abondants, surtout à la partie supérieure de l'assise.

Quant au *Pectunculus violacescens* et au *Macra triangula*, ils forment de véritables zones qui se répètent plusieurs fois, et qui paraissent

remplacer les bancs gréseux que l'on trouve dans les argiles bleues.

II. SOUS-ÉTAGE SUPÉRIEUR. — Il est constitué, sur les bords de l'Oued Maniah, par des sables jaunes, et des calcaires jaunâtres, l'épaisseur totale atteignant cinquante mètres. On peut distinguer deux assises d'après la dureté des couches et l'état des restes fossiles :

### 3<sup>e</sup> Sables jaunes.

Au-dessus de l'assise des argiles sableuses grises, on trouve une série de couches sableuses jaunâtres plus ou moins argileuses à la partie inférieure où elles passent insensiblement aux sables gris, puis ce sont des sables calcaires fins, jaunâtres, assez compactes, plus ou moins agglomérés ; ils sont disposés en bancs assez puissants séparés par de petits lits de grès. Quelquefois, ces grès se réduisent à de simples plaquettes dures, ou à des petits noyaux solides au milieu du sable. On y trouve de temps en temps des coquilles d'huîtres et de peignes en assez grand nombre et disposées parallèlement aux strates, avec des fragments de Térébratules, polypiers, serpules, etc.

L'épaisseur atteint trente mètres environ, mais elle n'est pas facilement observable dans toute son étendue ; le haut de la coupe n'est pas abordable à gauche à cause de sa disposition en falaise, et à droite le mamelon est couvert de broussailles, sauf à un point d'où on tire un peu de sable.

En résumé, la faune est assez pauvre en espèces sur ce point particulier ; on trouve en abondance :

*Pecten scabrellus*, Lk.

V. — *Jacobæus*, Linné.

V. — *maximus*, Linné.

V. *Anomia ephippium*, Linné et var.

4<sup>e</sup> Calcaires jaunes.

V. *Ostrea edulis*, var. *lamellosa*, Brocc.

V. — var. *foliosa*, Brocc.

V. *Ditrypa subulata*, Desh.

Au-dessus viennent des calcaires gréseux en bancs d'épaisseur variable de 15 centimètres à un mètre, formant en tout une épaisseur de 20 mètres environ. Quelquefois ces bancs sont absolument compacts sans analogie aucune avec les couches inférieures ; d'autres fois, certaines parties sont tellement dures que les coquilles font corps avec la roche et on a un calcaire lumachelle. Enfin, vers le haut, on voit au milieu des bancs à grain très fin, quelques cailloux roulés. Ce sont des fragments de grès siliceux rougeâtres et grisâtres qui proviennent très certainement de la montagne du Chenouah

qui n'est éloignée que de quatre kilomètres en ligne droite et dont toute la partie moyenne est constituée par ces grès.

En même temps, on ne voit plus sur les tranches de la roche que les coquilles avec test dur, tandis que de nombreux espaces vides représentent des moules de bivalves dont les tests ont été probablement dissous par les eaux. On trouve à peu près les mêmes espèces que dans les sables jaunes au-dessous, au moins d'après les apparences, et d'après les sections des coquilles que l'on aperçoit.

D'une façon générale, en ce point, les fossiles sont moins variés dans ces deux assises supérieures que dans les argiles bleues et grises au-dessous. Tandis que les *Gastéropodes* étaient abondants dans les couches argileuses aussi bien que les bivalves ; ici, dans les couches calcaires, il n'y en a pas pour ainsi dire, mais il y a un développement remarquable d'Huîtres, Peignes et autres bivalves ; beaucoup d'individus et ces individus sont bien développés, plus gros que les individus des mêmes espèces dans les argiles.

Beaucoup ne sont plus qu'à l'état de moules ; par exemple, de petits bivalves des genres *Nucula*, *Mactra*, *Cardita*, etc. On les trouve quelquefois épars, quelquefois réunis sur les faces planes de séparation des bancs solides, et cela surtout dans les parties inférieures plus sableuses (1).

D'autres fois, ils sont accumulés en bancs épais, les empreintes sont pressées les unes sur les autres et la roche est criblée de moules. Malheureusement, on peut difficilement les observer en place sur la falaise, mais on en voit des blocs éboulés dans le lit de la rivière. On est sûr, du reste, qu'ils n'ont pas été amenés là par la rivière, laquelle est absolument incapable de rouler des blocs de plusieurs mètres cubes. Ces assises n'existent pas, au surplus, dans son bassin supérieur.

Certains bancs durs dans ces calcaires supérieurs sont exploités dans une petite carrière ouverte presque au sommet, c'est ce qui a facilité mes observations.

Au-dessus vient la terre rouge quaternaire.

Je dois ajouter ici une indication pour éviter les confusions possibles, c'est que, plus à l'est, à partir du Tombeau de la Chrétienne, ces couches sont recouvertes par des assises pliocènes encore plus récentes. Celles-ci sont constituées principalement par des grès grossiers remplis de moules de bivalves et par des poudingues avec des

(1) Je n'ose pas donner des noms spécifiques, pour ces divers moules ou empreintes, quand je vois combien il est difficile de déterminer exactement les coquilles de certains genres de *Lamellibranches* vivants.



intercalations de couches sableuses très fines. Cet étage pliocène supérieur, très peu fossilifère dans le Sahel de Koléah et Tipaza, me paraît correspondre au post-pliocène ou Pléistocène de divers géologues et à l'Arnusien ou Sicilien des géologues italiens.

*Coupe des bords de l'Oued-Nador.*

L'Oued Nador est formé par la réunion de plusieurs rivières qui se réunissent juste à l'extrémité de la plaine, dès que les pentes du Sahel se font sentir. Dès qu'il est constitué, on le voit fortement encaissé dans des berges de limon gris (quaternaire très récent). Ce limon repose là sur les collines pliocènes qui montrent une coupe moins complète que celle de l'Oued Maniah, car il manque la première assise des argiles bleues compactes. De plus, les couches plongeant au sud de 25° environ, on peut les étudier plus facilement en remontant la rivière le long de la rive droite où elles se présentent successivement. Il n'y a pas de grandes différences avec la coupe précédente, et si je la donne, c'est pour montrer que les assises pliocènes sont constantes le long de la vallée de l'Oued-Nador, ce que l'on peut expliquer du reste par la considération que cette vallée est toujours éloignée du terrain crétacé du Chenouah qui constituait le rivage à l'époque pliocène, d'au moins trois à six kilomètres.

*Assise 2.* — Les *sables argileux gris* constituent la base de la coupe; la stratification est nettement indiquée par des bancs de 10 à 15 centimètres d'épaisseur qui se distinguent par leur coloration rougeâtre au milieu de la masse grise. Ces bancs sont évidemment les représentants des bancs jaunâtres de l'Oued Maniah.

Les fossiles sont ici plus abondants, ou du moins plus faciles à extraire, car la rivière corrode les strates, enlève le sable, de sorte que les fossiles apparaissent en relief. L'inconvénient est que l'on se mouille pour les obtenir. Les fossiles sont là répartis dans un certain ordre plus ou moins par bancs qui sont parallèles à la stratification.

Ce sont surtout les gros bivalves, *Ostrea*, *Pecten*, *Pectunculus*, qui forment des zones que l'on peut suivre sur quelques mètres. J'avais cru pouvoir distinguer plusieurs assises paléontologiques dans ces argiles grises sableuses, mais les fossiles que l'on trouve abondants à certains niveaux caractérisent ce niveau par leur abondance seulement et se retrouvent aussi bien au-dessus qu'au-dessous. De plus, ces zones à *Pecten*, *Pectunculus*, *Cardita*, *Mactra*, etc., etc., se répètent plusieurs fois dans l'épaisseur.

Ces coquilles ont presque toujours leurs deux valves, ce qui mon-

tre qu'elles ont vécu en place. On ne voit pas de coquilles qui aient été triturées et usées, ce qui montre au moins que le rivage n'était pas là et que ces coquilles ne proviennent pas de couches sous-jacentes remaniées ; ces coquilles sont bien à leur place.

J'ai retrouvé là, à peu près toutes les espèces déjà citées, et en plus, je citerai comme très abondants ou spéciaux :

<i>Conus Brocchii</i> , Bronn.	<i>V. Pectunculus violacescens</i> , Lk.
— <i>striatulus</i> , Brocc.	<i>V. Carditu scalaris</i> , Sow.
<i>V. Columbella Greci</i> , Philippi.	<i>V. Mactra triangula</i> , Renieri,
<i>V. Vermetus arenarius</i> , Linné.	<i>V. Ranella marginata</i> , Martini

*Assise 3.* — Le passage se fait graduellement aux *sables jaunes*, qui présentent toujours des lits successifs de Peignes et d'huitres. Le *Pecten maximus*, Linné, est abondant.

*Assise 4.* — Puis viennent les bancs calcaires durs qui sont exploités en divers points, le long de la rive droite de l'Oued Bourkika, jusque sur l'ancienne route de Marengo à Tipaza.

Cette coupe ne montre pas non plus aucun ravinement entre les argiles grises et les sables jaunes ; il n'y a pas eu de remaniement, les couches sont absolument concordantes. Il y a eu seulement des oscillations verticales du fond de la mer pendant ces dépôts, oscillations qui expliquent les dépôts sableux jaunâtres que l'on voit dans les argiles. Mais il n'y a pas eu interruption dans la sédimentation avant l'émersion définitive.

*Vallée de l'Oued Nador en général.* — Le sous-étage inférieur ne présente pas toujours absolument la même disposition qu'à l'Oued Maniah, mais les différences ne sont pas très grandes. L'épaisseur des deux assises : argile bleue et argile sableuse grise est variable, ainsi que l'abondance des fossiles, la variété des espèces et le nombre des individus. Quelquefois, les *sables gris*, qui terminent la deuxième assise, pourraient être distingués comme une zone particulière, mais leur faune n'est pas distincte.

Lorsqu'on s'écarte à l'Est de quelques kilomètres, jusque vers le Tombeau de la Chrétienne, les fossiles deviennent plus rares ; on ne trouve souvent que des débris, et même ils paraissent tout à fait absents. On trouve seulement des débris d'*Ostrea*, *Pecten*, *Cytherea multilamella*, *Ditrypa subulata*. — De plus, l'argile sableuse grise subit des changements à la surface, elle devient tout à fait sableuse et presque jaunâtre, de sorte qu'on ne peut la distinguer à la surface de la troisième assise. Une autre complication vient de la broussaille qui couvre les collines, sans compter la terre végétale rouge ou grise.

Mais quelques puits m'ont montré le prolongement des argiles bleues sous le sous-étage supérieur, jusque près du village de Montebello; la faunes des argiles bleues est toujours la même.

Je vais ajouter ici quelques renseignements sur les fossiles de ce sous-étage. On a vu, par les listes que j'ai données, que les débris organiques sont assez communs dans ces couches, surtout les mollusques. Les Crustacés et les Echinodermes sont très rares, en dehors des Balanes, je n'ai que des débris de pinces de Décapodes et des radioles d'Oursins. Les Polypiers sont assez communs, surtout en certains points; les Polypiers fixés sont rares relativement aux libres. Les Bryozoaires sont rares, sauf les *Lunulites rhomboïdalis*, Goldfuss et *L. intermedia*, Michelin.

Les coquilles des mollusques sont le plus souvent intactes, même, pour des Lamellibranches à coquille mince, comme *Tellina compressa*.

Dans les Gastropodes, le labre seul est souvent brisé, mais beaucoup de coquilles ont encore les tours embryonnaires. Dans les *Typhis*, *Murex*, etc., les ornements sont parfaitement conservés. Beaucoup de Lamellibranches ont encore les deux valves réunies, avec des traces du ligament, (*Corbula gibba*, *Venus*, *Nucula placentina*, *Pectunculus*, *Arca diluvii*, *Pecten*, *Ostrea*, etc.)

La coloration même est quelquefois conservée, pour *Natica millepunctata*, *Natica macilenta*, *Pleurotoma turricula*, *Pl. dimidiata*, *Astarte*, etc.

Les *Pecten*, *Pectunculus*, *Ostrea*, etc., qui forment quelquefois de véritables bancs, ont certainement vécu là en place; souvent les coquilles des Peignes et des huîtres sont fixées les unes sur les autres et forment de petits amas.

Tout ceci montre bien qu'il n'y a pas eu de remaniement dans ces argiles depuis leur dépôt, on ne trouverait pas d'aussi nombreuses coquilles avec les deux valves.

Beaucoup de coquilles sont perforées et les trous sont dus aux mollusques carnassiers. Ces trous sont très nets, leur contour est très régulier et leurs parois sont disposées légèrement en entonnoir, comme ceux que l'on trouve dans le bassin de Paris (1). Ce sont principalement les Natices, avec quelques mitres, nucules, mactres, etc.

Le sous-étage supérieur affleure sur de grandes étendues et forme réellement le sous-sol de la vallée et du voisinage. Aussi, peut-on

(1) Fischer, Note sur les déprédations des Mollusques zoophages. *Bull. Soc. Géol.*, 2<sup>e</sup> série, t. XXIV, p. 691-692.

l'étudier plus facilement, mais il n'est pas toujours facile de distinguer les deux assises qui le constituent, à cause des altérations que les parties superficielles ont subies et aussi du manque de tranchées artificielles.

Les calcaires gréseux supérieurs se délitent, deviennent friables et on a des roches ressemblant à des sables compactes argileux, qui ressemblent tout à fait aux sables jaunes. Ce sont alors des couches que l'on exploite sous le nom de tuf; de même certaines zones des terrains quaternaires.

Enfin, dans aucun point de la vallée et des régions voisines, à plusieurs kilomètres, je n'ai vu de discordance de stratification entre les quatre assises que je considère.

Au-dessus des sables et calcaires jaunes, on ne trouve que la terre rouge des coteaux et des pentes. C'est une argile sableuse, ferrugineuse. Son épaisseur est variable, selon les dénudations qu'elle a subies. Elle peut atteindre 7 à 8 mètres. C'est une formation quaternaire.

Dans le fond de la vallée et dans la plaine, le sol végétal est constitué par du limon gris avec cailloux roulés que l'on peut étudier le long des berges, c'est lui qui repose sur le Pliocène dans les parties basses, si la terre rouge manque.

D'autres fois, les bancs pliocènes qui affleurent sont masqués par des croûtes calcaires concrétionnées, quelquefois très dures à la surface, mais le plus souvent friables à l'intérieur.

*Analogies avec les autres couches pliocènes de la Méditerranée occidentale.* — Pour ne pas trop allonger mes listes, je n'ai cité que les fossiles qui m'ont paru remarquables par leur abondance ou leur cantonnement.

En tout, j'ai nommé 66 fossiles des argiles bleues et grises, sur lesquelles il y a 36 espèces encore vivantes, dont 3 avec un point de doute, par suite de la difficulté de l'assimilation de certaines coquilles fossiles à des types vivants. Cela fait à peu près 50 pour cent de formes vivantes, c'est-à-dire tout ce qu'il faut pour caractériser un dépôt Plaisancien.

Dans les sables et calcaires jaunes, la proportion est bien plus forte; mais je n'ose établir un calcul sur les quelques fossiles cités. Il faudra considérer des bancs plus fossilifères à la même place géologique.

Les argiles bleues et grises représentent donc bien les marnes subapennines, des dépôts de l'Astesan et du Parmesan, marnes qui se retrouvent sur divers points du littoral méditerranéen. Il suffit de comparer mes listes à celle de M. Depontailhier, donnée dans le



compte rendu de la Réunion de Nice (1), pour les argiles de Biot et Vaugrenier; ou bien avec les listes de M. Depéret pour les argiles de Millas et du Boulou, dans les Pyrénées-Orientales (2).

Pour les sables et calcaires jaunes, l'analogie est moindre avec le Roussillon et les Alpes-Maritimes, où les dépôts correspondants sont moins développés. mais c'est avec la Toscane que l'analogie est manifeste. M. d'Ancona distinguait en 1871 (3) trois étages différents dans le Pliocène : 1° sable jaune, 2° argile sableuse, 3° argile compacte. — C'est ce que j'ai vu sur les bords de l'Oued Nador, sauf pour la partie supérieure où il y a des bancs calcaires jaunes.

Maintenant, quant à la distinction en deux étages particuliers, des marnes bleues et des sables jaunes, elle ne me paraît pas très exacte pour cette région particulière, et même pour d'autres sur les bords septentrionaux de la Méditerranée. Les différences proviennent surtout de ce que la profondeur de la mer variait et en même temps, la nature du fond qui, de vaseux, devenait sableux. Par suite de ces changements dans les conditions biologiques, la nature des animaux changeait.

Ces changements de profondeur se sont répétés pendant cette période géologique, dans cette région, comme le montrent les bancs de grès sableux jaunâtres que l'on rencontre à diverses hauteurs.

De plus, il y a toujours concordance de stratification dans l'ensemble, elle est très nette et facile à observer dans toutes les assises. Les mouvements subis ont eu lieu suivant la verticale et graduellement.

Du reste, certains géologues italiens n'admettent pas non plus en Toscane la distinction de ces couches en deux étages (4).

*Comparaison avec les faunes actuelles de la Méditerranée.* — L'étude des mollusques montre, qu'à l'époque astienne, la température était sensiblement plus élevée qu'aujourd'hui. C'est ce qui a du reste été établi pour les dépôts analogues du rivage nord de la Méditerranée. Les genres *Terebra*, *Conus*, *Pleurotoma*, *Mitra*, *Metula*, *Phos*, *Ranella*, *Ficula*, *Cancellaria*, etc., étaient représentés par des espèces plus nombreuses qui ont à peu près disparues de la Méditerranée actuelle. Aujourd'hui, on trouve ces genres surtout dans les mers chaudes, (côtes occidentales d'Afrique et archipels voisins,

(1) *Bull. Soc. Geol.* 3<sup>e</sup> série, t. V, 1877, p. 44 du compte rendu.

(2) Depéret. Le bassin tertiaire du Roussillon, p. 65, 1885.

(3) *Malacologia pliocenica italiana*.

(4) Indication de M. Tournouer, *Bull. Soc. Géol.* 3<sup>e</sup> série, t. V, réunion de Nice p. 145.

mers de Chine et du Japon, etc.) et leurs espèces sont relativement rares dans la Méditerranée. Quelques-uns de ces genres ne se retrouvent même plus sur la côte voisine, entre Alger et Cherchell, par exemple, *Metula*, *Phos*, etc. Parmi les genres très réduits dans le voisinage, sur la côte algérienne, on peut citer les *Cônes* dont il ne reste qu'une espèce, tandis que j'en ai cinq fossiles des mêmes couches, les *Cancellaires* qui sont représentés par les mêmes chiffres, etc. etc. (1).

L'étude des diverses assises pliocènes de la vallée de l'Oued Nador peut servir à établir les relations qui ont existé autrefois dans la région entre les mouvements oscillatoires du fond et les changements lithologiques et paléontologiques que l'on observe dans ces assises. Pour reconnaître les mouvements subis par le fond, on peut étudier les différentes faunes observées et les comparer aux faunes qui peuplent actuellement les zones bathymétriques de la mer voisine. Ce que nous savons sur la distribution des êtres vivants en profondeur dans les mers actuelles, et principalement de la Méditerranée, peut nous éclairer sur les conditions biologiques dans les mers antérieures à notre époque.

Je crois que l'on peut s'aider de la distribution actuelle des animaux dans les mers pour remonter dans le passé et tâcher de reconnaître ce qu'elle était à l'époque pliocène. Tant que l'on a cru que la température était l'élément principal de la distribution des êtres vivants dans les profondeurs de la mer, on ne pouvait guère songer à retrouver les rapports entre les faunes littorale et profonde des mers antérieures à l'époque actuelle, puisque la température a varié à la surface de la terre. Mais aujourd'hui, on peut admettre avec M. Th. Fuchs (2) que c'est la lumière qui joue le principal rôle et que les traits fondamentaux de cette distribution ont toujours été les mêmes que ceux que l'on constate encore actuellement.

De plus, la Méditerranée pliocène était déjà une mer fermée comme la Méditerranée actuelle.

La distribution verticale des animaux marins et surtout des mollusques commence à être assez connue dans la Méditerranée, grâce aux travaux de M. Marion sur la topographie zoologique du golfe de Marseille et sur les faunes profondes de la Méditerranée (3), à ceux

(1) Pour la comparaison, on peut se servir des catalogues de Weinkauff, publiés dans le *Journal de Conchyliologie* des années 1862 et 1866 — ainsi que des études de M. de Monterosato dans les années 1877 et 1878.

(2) Considérations sur la faune des mers profondes. (1882, Ann. des Sc. Nat. zoologie, traduction.)

(3) Annales du Musée de Marseille, t. I, 1883.

de Gwyn Jeffreys sur les mollusques du Lightning et du Porcupine (1) et grâce à de nombreuses notes de M. de Monterosato sur les faunes abyssale, coralligène et littorale de divers points des côtes de Sicile et d'Italie. On trouve aussi de nombreux renseignements plus généraux dans le *Manuel de Conchyliologie* de M. Fischer.

Pour la côte d'Algérie, il n'y a malheureusement pas de travail d'ensemble, mais seulement les catalogues de Weinkauff et de M. de Monterosato où l'on trouve quelquefois des indications de dragages. M. Marion a publié aussi une note sur la baie d'Alger, mais elle est trop courte (2), malheureusement.

1° *Assise des argiles bleues.* — La faune indique une mer assez profonde. En effet, parmi les mollusques, les genres à faciès archaïque, *Pleurometia*, *Arca*, *Limopsis*, *Nucula*, *Leda*, *Yoldia*, etc., sont très abondants en individus ; les coquilles ne sont pas roulées, elles ont souvent leurs deux valves, par conséquent, elles ont vécu là ; aujourd'hui, on les retrouve jusque dans la zone abyssale. Au contraire, les Pectoncles, voisins des Arches et des *Limopsis*, par leur constitution, et qui vivent aujourd'hui à peu de profondeur, ne se retrouvent pas dans les argiles bleues.

L'*Ostrea Cochlear* est abondant ; on sait qu'il existe à l'état vivant dans les grands fonds de la Méditerranée, d'après une étude de M. Alp. Milne-Edwards sur les mollusques et zoophytes fixés sur les fragments d'un cable sous-marin (3).

Parmi les fossiles abondants et qui vivent encore aujourd'hui, se trouvent le *Nassa semistriata* et le *Limopsis aurita* qui caractérisent tout à fait les faunes profondes de la Méditerranée et qui remontent au plus à 300 mètres de la surface. On peut ajouter à ces noms *Ditrypa subulata*, Desh., *Tellina compressa*, *Lucina spinifera*, etc.

Les scaphopodes (*Dentalium*, *Gadus*, *Helonyx*) sont abondants comme espèces et comme individus et souvent de belle taille. On les retrouve aujourd'hui surtout dans les grands fonds.

Les coraux isolés, *Flabellum*, *Ceratotrochus*, etc., sont des coraux de mer profonde.

Les éléments, si ténus, de l'argile indiquent aussi une mer assez profonde. Cette argile répond parfaitement par sa constitution miné-

(1) Proceedings of the Zool. Soc. of London (1878-1884).

(2) Deux jours de dragages dans le golfe d'Alger, 1878. (Extr. de la *R. des Sc. Nat.* de Montp.)

(3) *Ann. des Sc. nat.*, 4<sup>e</sup> série, t. XV, n° 5, 1861. — Gwyn Jeffreys a émis un doute sur l'exactitude de la profondeur annoncée (plus de 2000<sup>m</sup>). Je dois ajouter qu'on le trouve aussi fixé sur les chalands du port d'Alger, ce qui montre que sa distribution verticale est très grande.

ralogique au limon gluant, un peu sableux, des grands fonds de la Méditerranée, limon dont la couleur est souvent le gris plus ou moins varié.

Toutes ces raisons me paraissent établir une certaine correspondance, par la faune et la nature du fond, avec les parties supérieures des zones profondes de la Méditerranée actuelle, répondant en grande partie à la zone des Brachiopodes et des coraux du *Manuel* de M. Fischer (sous-zone des Brissopsis) où le mollusque caractéristique est le *Nassa semistriata*, ou bien aux zones des vases gluantes de M. Marion par 300 et 500 mètres de fond (1). En comparant les listes de fossiles avec les listes des draguages de M. Marion, je trouve beaucoup de noms communs (2). Ce qui m'empêche tout à fait d'assimiler cette station des argiles bleues à une zone abyssale, c'est la présence des bancs de sables gréseux jaunes qui montrent que le fond n'était pas absolument stable et qu'il se produisait des oscillations verticales agissant rapidement sur la nature des éléments déposés et sur la faune qui disparaît dans ces bancs jaunes.

De plus, les grands fonds de la Méditerranée pliocène devaient présenter des rapports étroits avec les grands fonds actuels, qui ne présentent pas de faune très variée, bien qu'ils ne soient pas du tout azoïques comme on l'avait d'abord cru. La région de l'*Entre-deux-mers* au sud de la France et l'isthme de Suez étaient émergés, de sorte que la Méditerranée pliocène était déjà une mer fermée. (3) En résumé, les faunes abyssales pliocènes ne devaient pas être très riches, et le dépôt des argiles bleues n'appartient pas à cette catégorie.

2° *Assises des argiles sableuses grises.* — La faune indique une profondeur moins grande que dans le cas précédent. La présence de nombreux *Pecten* et *Ostrea*, qui ne descendent jamais très bas dans les mers actuelles, ainsi que des *Pectunculus*, concorde avec la roche où l'élément sableux abonde de plus en plus jusqu'à devenir prépondérant. L'*Ostrea Cochlear* abonde ici, mais il n'indique pas toujours une très grande profondeur. La grande prépondérance des bivalves

(1) Considération sur les faunes profondes de la Méditerranée, 1883, p. 32-35.

(2) Pour la comparaison de mes fossiles avec les coquilles vivantes de la Méditerranée et même de l'Océan, j'ai pu mettre à profit la magnifique collection de coquilles vivantes de M. Joly, d'Alger, qui l'a réunie après vingt années de recherches assidues. J'étais certain de l'excellente détermination de ces coquilles vivantes, car elles ont été vues par plusieurs malacologistes de la Méditerranée, notamment Tibéri, Gwyn Jeffreys et M. de Monterosato.

(3) Ceci ne serait peut être pas très exact pour le Pliocène supérieur, à cause des dépôts de Ficarazzi, etc., en Sicile, où l'on trouve des coquilles arctiques.



et la nature souvent fragile et délicate de la coquille de certains d'entre eux (*Macra triangula*, *Lucina spinifera*, etc. indiquent une mer calme avec fond de sable fin. Je trouve que cette station présente une grande analogie avec les sables vaseux du large étudiés par M. Marion, dans les profondeurs de 75 à 200 mètres. Je vois beaucoup de mes fossiles dans les listes qu'il donne (1). C'est la partie supérieure de la zone des Brachiopodes et des coraux de M. Fischer.

3° *Assises des sables jaunes*. — La présence de véritables bancs de divers Peignes et de plusieurs variétés de l'*O. edulis* indique une zone peu profonde. Aujourd'hui l'*O. edulis* se rencontre surtout dans la zone des Laminaires et dans la zone des Nullipores (2), c'est-à-dire de 0 à 72 mètres. Dans le voisinage de l'Oued Nador, à Sidi Ferruch, on trouve des bancs d'*Ostrea edulis*, var. *lamellosa*, par 25 mètres de profondeur.

Le grain de la roche indique aussi un dépôt assez voisin du littoral par mer peu profonde. On ne trouve pas d'algues calcaires, ce qui montre que l'on n'a pas affaire à un véritable fond coralligène. C'est le correspondant des stations de sables vaseux côtiers de la Méditerranée, par 30 à 60 mètres de fond; je pense que c'est une station qui répond à un faciès particulier de la zone des Nullipores ou Corallines de M. Paul Fischer. Nous verrons plus loin un autre faciès de cette zone, qui est coralligène avec Bryozoaires.

4° *Assises des bancs calcaires jaunes*. — Les premiers sont à grain fin et indiquent encore une mer très peu agitée, probablement une lagune, avec de petites bivalves, indéterminables spécifiquement, mais de faciès analogue aux coquilles des estuaires d'Algérie. Dans les bancs supérieurs, les nombreuses grosses coquilles bivalves présentent un faciès analogue à celles que l'on trouve sur les plages des environs d'Alger; la présence de galets indique que la tranquillité de la mer s'est peu à peu troublée, et que le fond allait émerger. Ce sont du reste les dernières couches marines à plusieurs kilomètres de distance.

Les considérations précédentes montrent donc le soulèvement de ce fond de mer, qui a eu lieu d'une façon graduelle. Les changements de faune que l'on observe sont sensibles, mais ne sont pas rapides et brusques lorsqu'on passe des argiles bleues aux sables gris puis aux sables jaunes. Ils ont eu lieu graduellement, en rapport

(1) Faunes profondes de la Médit., p. 25, 28, 29.

(2) Fischer. Sur les conditions d'existence de l'*O. angulata*. Journal de Conch. 1880, p. 83)

avec les changements du milieu. Ces changements ont eu lieu certainement dans les limites d'une même époque géologique. On ne peut admettre de véritable hiatus, dans la vallée de l'Oued Nador, entre les dépôts argileux et les dépôts sableux.

*Etude des couches pliocènes sur la partie sud du Chenouah.* — Les assises de l'Oued Nador s'appuient transgressivement sur les couches plus anciennes qui constituent la montagne du Chenouah. Celle-ci est constitué principalement par des couches crétacées et nummulitiques, avec un dyke de roches éruptives modernes dans la région sud (1). Le Pliocène s'appuie successivement sur ces trois sortes de terrains.

Un des gisements fossilifères les plus importants se trouve au col de Sidi Moussah, entre le village du Nador et celui de Zurich, à sept kilomètres en ligne droite des coupes de l'Oued Maniah et de l'Oued Nador étudiées ci-dessus. Ce gisement se trouve à environ un kilomètre de l'ancien rivage pliocène, autant qu'on peut le reconstituer.

Ce point fossilifère se trouve en face la maison du marabout Sidi-Moussah, entre la route nouvelle du Nador à Zurich et l'Oued Meurzoug. Il y a là un petit sentier arabe qui va de cette route à l'Oued Meurzoug et qui passe au milieu des couches fossilifères.

En ce point, par suite d'un mouvement particulier, les couches plongent à l'Est, mais elles présentent leurs tranches horizontales sur le sentier qui va du Sud au Nord.

On ne distingue pas le sous-sol, ni la base du terrain pliocène ; on voit seulement trois assises, qui sont de bas en haut :

1° *Argiles sableuses grises et sables fins gris.* — Ce sont les mêmes couches que dans la vallée de l'Oued Nador, avec les mêmes fossiles en général.

On constate seulement des différences dans le nombre des individus avec apparition de quelques espèces et absence de quelques autres. Les espèces très abondantes sont :

*Ranella marginata* (2),  
*Turritella Archimedis*,  
— *communis*,

*Nassa prismatica*,  
*Natica millepunctata*,

(1) Voir la carte géologique provisoire au 1/800.000 des provinces d'Alger et d'Oran, par MM. Pomel et Pouyanne (1882).

(2) La grande abondance de *Ranella marginata* en ce point m'avait fait croire d'abord à l'existence d'assises plus anciennes. Mais en étudiant l'ouvrage de Fontannes sur les mollusques pliocènes, j'ai vu que la distribution verticale de ce fossile était très grande et que Fontannes ne lui reconnaissait aucune signification stratigraphique.

2° *Sables calcaires jaunes* passant à des grès et calcaires tendres un peu grossiers qui sont séparés des sables gris inférieurs par un banc remarquable pétri de *Pecten scabrellus* Lk. (ou *P. dubius*, Brocchi), avec de nombreux *Ranella marginata* et *Terebratula ampulla*. Ce banc est compact, d'une épaisseur de 10 à 15 centimètres, formant presque une lumachelle, et où les coquilles, en nombre prodigieux, forment plus de la moitié du banc. Le *Terebratula ampulla* qui ne se rencontre que rarement dans les argiles inférieures, abonde ici, et diminue ensuite lorsque les sables jaunes deviennent compactes et passent à l'état de grès.

Au-dessus, les fossiles sont assez abondants dans cette assise, plus abondants que dans la vallée de l'Oued Nador, mais ils représentent une station un peu différente. Ce sont principalement :

V. <i>Vermetus arenarius</i> , L.	<i>Pecten scabrellus</i> , Lk
<i>Turritella vermicularis</i> , Br.	— <i>cristatus</i> . Bronn.
— <i>Archimedis</i> , Dubois.	V. — <i>Jacobaeus</i> , L.
V. — <i>communis</i> , Risso.	V. <i>Pectunculus violacescens</i> . Lk.
V. <i>Turbo rugosus</i> , Linné.	<i>Terebratula ampulla</i> , Brocc.
V. <i>Anomia ephippium</i> , Linné.	<i>Rhynchonella bipartita</i> , Brocc.
<i>Ostrea</i> , trois espèces.	

Les moules de Gastropodes sont nombreux, mais il est impossible de les déterminer spécifiquement d'une façon sérieuse (1). Il y a aussi quelques moules de Bivalves. Mais les débris les plus abondants sont ceux d'Oursins de Bryozoaires et de Polypiers. J'ai pu distinguer plusieurs Bryozoaires vivants par comparaison avec des types de la Méditerranée, mais je ne suis pas assez certain de leur détermination pour la donner.

Pour les Oursins, M. Pomel cite de ce gisement (2) :

<i>Anapesus serialis</i> , Pom.	<i>Dorocidaris Welschii</i> , Pom.
<i>Echinolampas Jubae</i> , Pom.	

J'ai trouvé ce dernier oursin, avec des fragments d'un *Echinus* voisin du *Melo*, de *Spatangus pauper*, d'*Echinolampas*, *Schizaster* et *Cidaris*, d'après les déterminations de M. Pomel.

3° Au-dessus viennent les bancs de Calcaires jaunâtres avec quelques cailloux roulés, qui sont recouverts par la terre rouge.

(1) — Les coquilles des *Ostrea*, *Pecten*, etc., etc. sont en calcite et résistent à la dissolution par les eaux chargées d'acide carbonique.

(2) Pomel. *Paléontologie de l'Algérie*, Echinodermes, 1<sup>re</sup> et 2<sup>e</sup> livraison, 1885-1887.

La partie visible de trois assises constitue une épaisseur de 30 mètres environ.

Considérations sur les diverses stations représentées :

1° L'assise des *sables gris* répond à un fond de sables vaseux côtiers assez analogues à ceux que l'on étudie dans la Méditerranée par les profondeurs de 30 à 100 mètres, où les Turritelles et Peignes dominent.

2° L'assise des *sables et grès jaunes* à Oursins et Bryozoaires répond complètement à un fond coralligène vaseux tels que ceux étudiés par M. Marion sur les côtes de Provence (1) par des profondeurs variables de 30 à 60 mètres. Ces fonds répondent à la zone des Nullipores et des Corallines, mais l'absence des Mélobésies et autres algues calcaires montre que le fond était un peu vaseux. Les nombreux Bryozoaires, Oursins et Coralliaires, me permettent tout à fait l'assimilation avec les stations actuelles des *graviers à Bryozoaires*. Quant aux mollusques, ce sont des hôtes habituels des stations coralligènes : *Anomia*, *Pecten*, *Pectunlucis*, *Scalaria*, *Terebratula*, etc. etc. Mais je dois ajouter que ce n'est pas là une station franchement coralligène à cause de l'absence des algues calcaires. Il faut aller dans les environs d'Alger pour voir cette station très bien représentée.

3° L'assise des *bancs calcaires* avec quelques galets à la partie supérieure indique encore l'émersion de la contrée.

*Analogie avec certaines couches du Pliocène méditerranéen.* — J'appellerai seulement l'attention sur le banc remarquable à Peignes, Ranelles et Térébratules qui sépare les sables gris d'avec les sables jaunes, au col de Sidi Moussah. Cette zone de début des sables et calcaires astiens me paraît représenter là tout à fait le banc calcaire à *Pecten dubius* et *Terebratula ampulla* signalé par Pareto dans l'Apenin septentrional pour servir de limite au sub-étage plaisantin (2), d'autant plus qu'on y retrouve aussi la *Terebratula (Rhynchonella) bipartita*, de nombreuses espèces de Peignes et des Oursins. Au point de vue minéralogique, ce sont aussi des sables calcaires agglutinés en une roche légère ou mollasse qui se transforme à la surface en sable sous les influences atmosphériques, ce qui permet d'avoir les fossiles plus facilement.

Ce serait l'analogie des calcaires à Amphistégines et *Pecten sca-*

(1) Topographie zoologique, p. 72-83.

(2) B. S. G. F., 2<sup>e</sup> série, t. XII, p. 241, 250, 256 — 1865. — Je dois faire remarquer que *Pecten (Ostrea) dubius*, Brocc est synonyme de *P. scabrellus*, Lk. Cette synonymie a été acceptée par Fontannes.



*brellus* indiqués par Tournouer (1) dans les Alpes-Maritimes, juste au-dessus des argiles bleues et grises de Biot et Vaugrenier. J'ai du reste recueilli dans ces couches des Foraminifères qui m'ont paru appartenir au genre *Polystomella*.

M. Depéret, dans la description géologique du bassin tertiaire du Roussillon (2) signale aussi une zone analogue de calcaire marneux compact de couleur jaunâtre d'une puissance de 1 mètre au-dessus des argiles bleues et grises, mais sans y indiquer le *Pecten scabrellus* et les *Térébratules*.

Je dois ajouter que je n'ai pas retrouvé partout dans les environs d'Alger et du Nador ce banc particulier, avec ce faciès. Les fossiles indiqués se retrouvent au-dessus et au-dessous: en particulier, le *Terebratula ampulla* qui est rare dans les argiles, devient abondant dans toute l'épaisseur des sables jaunes et calcaires grossiers qui leur correspondent. La présence de ce banc pétri de Peignes et *Terebratula* doit donc tenir à des conditions particulières de milieu, et probablement au voisinage de la côte. Du reste, Pareto a probablement confondu plusieurs bancs analogues, car il le place quelquefois au-dessous des gypses du nord de l'Apennin, qui ont été reconnus antérieurs aux argiles plaisanciennes.

Malgré cela, il faut reconnaître que ce banc calcaire à Peignes et térébratules indique, dans certaines conditions, un changement qui a été le même sur la Méditerranée, après le dépôt des argiles.

*Le Pliocène à Aïn-Meurzoug.* — Si l'on quitte le col de Sidi Moussa, pour se rapprocher de la montagne du Chenouah, en suivant la vallée de l'Oued-Meurzoug, au bout de 1000 mètres environ, on arrive à une belle source, Aïn-Meurzoug des Arabes, qui sort d'un escarpement calcaire pliocène de cinquante mètres au moins.

En remontant encore la rivière, on voit les couches reposer progressivement sur les schistes gréseux crétacés. En ce point, on ne voit pas les argiles inférieures, on constate seulement les assises supérieures et encore elles sont modifiées. Les sables jaunes sont remplacés par un calcaire à texture grossière, analogue à ce que l'on appelle mollasse dans les environs d'Alger, et qui est plutôt un calcaire grossier présentant des parties friables. En ce point, c'est une roche tendre, jaunâtre, quelquefois blanchâtre, remplie de débris de coquilles, en bancs réguliers, qui alternent avec des grès calcaires un peu sableux. On y trouve surtout des Polypiers simples,

(1) — B. S. G. F., 3<sup>e</sup> série, t. V., p. 851. — Compte rendue de la Réunion p. 145.

(2) — Ann. des Sc. géologiques, 1885, p. 63.

des Oursins, des Bryozoaires, quelques Brachiopodes, quelques Peignes et Huîtres, avec des *Polystomella* et :

*Cidaris* (*Dorocidaris*) *pungens*, Pomel.

*Pecten scabrellus*, Lk.

La présence des Oursins, les nombreuses coquilles brisées, la nature de la roche formée par l'agglomération des débris de toute espèce, surtout d'êtres vivants, montre que c'est là un dépôt formé devant une côte escarpée. C'est absolument l'analogue des stations coralligènes à Bryozoaires et Oursins que l'on connaît sur les côtes de la Méditerranée.

On peut suivre ce calcaire grossier coralligène, sur la lisière sud du Chenouah, où beaucoup de rivières l'ont entamé.

Au point de l'analogie avec des couches déjà étudiées, je lui trouve la plus grande ressemblance avec la mollasse de Biot, près Nice, étudiée par MM. Tournouer et Potier (1), ressemblance qui existe au point de vue minéralogique et au point de vue paléontologique. Je pourrais répéter textuellement tout ce qu'a dit Tournouer au sujet de ces couches qu'il appelle calcaires à *Amphistegina* et à *Pecten scabrellus*. En particulier, j'ai trouvé un Clypéastre dans cette roche sur les bords de l'Oued Mersal ; je n'ai pu l'extraire, mais j'ai reconnu les piliers internes.

*Historique.* — Les gisements de l'Oued Nador et de Sidi-Moussah sont connus depuis longtemps.

En 1837, Ville a donné, dans la Notice minéralogique des provinces d'Alger et d'Oran, une énumération des fossiles de l'Oued Nador. Nicaise, en 1870, dans le Catalogue des animaux fossiles de la Province d'Alger, en cite un grand nombre, de l'Oued Nador et du col de Sidi-Moussah.

M. Pomel les a étudiés dans son massif de Milianah, 1873. On trouve encore quelques renseignements dans la notice de la carte géologique provisoire des provinces d'Alger et d'Oran, par MM. Pomel et Ponyanne, en 1882.

Aucun de ces géologues n'avait du reste fait une étude détaillée de ces couches, la répartition des fossiles dans les différentes assises n'était pas faite non plus, l'âge même de ces couches n'était pas complètement fixé.

(1) Compte rendu de la Réunion de Nice, 1877, p. 81, p. 115-116, etc.

*Note sur le Jurassique supérieur et le Crétacé  
inférieur de la vallée du Rhône,*

par M. A. Toucas.

Les terrains jurassiques de Crussol, de la Voulte, du Pouzin et de Chomérac, sont déjà bien connus par les travaux remarquables de MM. Ebray, Dumortier, Fontannes, Huguenin, Oppel et Torcapel.

La montagne de Crussol a été tout particulièrement décrite avec beaucoup de soin et de talent par M. Huguenin (1) ; c'est grâce aux recherches intelligentes et fructueuses de notre confrère de Valence qu'Oppel et Fontannes ont pu faire connaître la belle faune des calcaires de Crussol et préciser l'âge de ce célèbre gisement.

M. Torcapel a rendu également de grands services à la géologie de cette région en publiant le résultat de ses observations sur les calcaires du Pouzin et de Chomérac et en montrant la liaison de ce calcaires avec ceux du Château de Crussol.

L'étude du Jurassique supérieur de la vallée du Rhône est donc aujourd'hui suffisamment avancée pour permettre de paralléliser ces assises avec celles des autres régions. Quant à la question de la ligne de démarcation entre le Jurassique et le Crétacé, je ne puis mieux faire que de rappeler à ce sujet les remarquables observations de M. Parran (2) : « Il y a dans l'Ardèche un passage gradué, on peut même dire une continuité véritable, dans les sédiments et dans les faunes, entre la série du Jurassique supérieur et la série néocomienne. La présence dans les calcaires massifs ruiniformes de types précurseurs des types néocomiens cessera de surprendre si l'on réfléchit au rôle prépondérant que les dépôts et la faune néocomiens ont joué dans le Sud-Est de la France. Avant d'atteindre son épanouissement, la faune néocomienne, si riche et si caractéristique, a dû s'enraciner et puiser les premiers éléments de sa sève dans les dépôts jurassiques supérieurs. »

C'est bien là, en effet, la véritable expression du caractère de la faune du Jurassique supérieur de l'Ardèche. Je suis heureux de pouvoir ajouter que mes recherches personnelles viennent pleinement confirmer les observations de M. Parran. J'aurai donc peu de renseignements nouveaux à ajouter sur cette question qui paraît aujourd'hui à peu près résolue. Mais il n'en est pas de même pour ce qui

(1) *Bull. Soc. Géol.* 3<sup>e</sup> série, t. II, p. 519.

(2) *Bull. Soc. Géol.* 3<sup>e</sup> série, t. XI, p. 543.

concerne le Crétacé inférieur de la vallée du Rhône, dont la classification est encore actuellement l'objet de vives discussions.

Dès 1876, je signalais (1), moi-même, à la partie supérieure du Néocomien du Vaucluse et du Gard, une nouvelle assise distincte de la zone à *Echinospatagus cordiformis*, formée par des calcaires tantôt compacts, tantôt marneux, renfermant une faune remarquable de grands Céphalopodes, comme *Nautilus plicatus* (*Nautilus Requieri*, d'Orb.), *Ammonites difficilis*, *Ammonites recticostatus*, *Ancylorceras*, *Crioceras*, et en outre caractérisée par de nombreux *Echinospatagus Ricordeaui*. J'ajoutais que les calcaires de Châteauneuf, Sorgues, Védène, Avignon et Mont-de-Vergues sur la rive gauche, Roquemaure, Pujaut, Villeneuve-les-Avignon et les Issards sur la rive droite, appartenaient à cette nouvelle zone, que je désignais sous le nom de zone à *Echinospatagus Ricordeaui*. Je faisais en même temps remarquer que, dans la chaîne des Alpes, la zone des calcaires marneux à *Echinospatagus cordiformis* et *Ostrea Couloni* était recouverte par plus de cent mètres de calcaires compacts avec rognons de silex.

Mais n'ayant pas eu le temps de reconnaître les relations de ces assises à grands Céphalopodes avec les calcaires à Réquiéniens d'Orgon, de Cavaillon et de la Fontaine de Vaucluse, je me bornais à en signaler l'existence au-dessus des calcaires à *Echinospatagus cordiformis*.

En 1882, M. de Lapparent, soucieux de classer ces couches à leur véritable niveau, me pria de lui faire connaître mon avis sur l'âge de ces calcaires à *Echinospatagus Ricordeaui*, que j'avais signalés aux environs d'Avignon. Je n'hésitais pas à lui répondre que cette nouvelle zone devait, comme les calcaires à Céphalopodes de Barrême, être parallélisée avec les calcaires à Réquiéniens d'Orgon et par conséquent représenter l'étage Urgonien de d'Orbigny.

La même année, M. Torcapel (2), publiait ses études stratigraphiques sur l'Urgonien du Languedoc, qu'il divisait en trois zones bien distinctes :

Urgonien supérieur	{	Calcaires compacts à
ou Donzérien		<i>Toucasia Lonsdalei</i>
Urgonien moyen	{	Calcaires et marnes à
ou Barutélien		<i>Echinospatagus Ricordeaui</i>
Urgonien inférieur	{	Calcaires à silex et à
ou Cruasien		lumachelle. — Calcaires à Griocères.

Cette division de l'Urgonien en trois zones, comprises entre l'horizon d'Hauterive et l'Aptien inférieur ne pouvait manquer d'attire

(1) *Bull. Soc. Géol.*, 3<sup>e</sup> sér., t. IV, p. 316.

(2) A. Torcapel. L'Urgonien du Languedoc, 1882.



l'attention des géologues. M. de Rouville (1) déclara le premier que l'Urgonien de M. Torcapel n'avait pas une faune suffisamment autonome pour autoriser l'établissement d'un étage spécial et que le terme d'Urgonien ne lui paraissait devoir être appliqué qu'à l'horizon étroit du Calcaire à Réquiénies, tout le reste devant se fondre, la plus grande partie dans le Néocomien et l'autre partie plus restreinte dans l'Aptien; il ajouta même que l'horizon à Réquiénies ne suffirait pas à ses yeux pour constituer un étage.

M. Carez (2) fit observer que les divisions de M. Torcapel ne correspondaient nullement à des divisions réelles : il considérait le calcaire à silex comme un faciès latéral du Donzérien et rattachait au calcaire à *Echinospatagus cordiformis* le calcaire à Criocères et la plus grande partie du Barutélien, qui se trouvait partout au-dessous des calcaires à silex; cependant il pensait que quelques-unes des couches dites barutéliennes pouvaient être aptiennes. Quant au Donzérien, M. Carez était d'avis qu'il devait constituer à lui seul l'Urgonien, en y rattachant toutefois les calcaires à silex dits Cruasiens.

De son côté, M. de Lapparent fit remarquer que la série stratigraphique, telle qu'elle était établie par M. Torcapel, n'était pas en concordance avec celle que l'on observe dans d'autres localités.

On voit par les objections précédentes combien il était nécessaire de revoir les gisements cités par M. Torcapel, afin de pouvoir se rendre compte de l'importance de ces objections.

Les coupes, que j'ai relevées entre Cruas et Viviers, au milieu des gisements typiques de M. Torcapel, montrent en effet que dans cette région on ne trouve nulle part la succession des trois zones admises par notre savant confrère, et que les calcaires de Lafarge, de Roche-maure et de l'Homme d'armes, cités particulièrement comme Cruasiens, occupent bien la place des calcaires Donzériens.

Mais si, dans cette partie de la vallée du Rhône, l'Urgonien ne présente pas les trois zones de M. Torcapel, on peut néanmoins affirmer que cet étage y est bien représenté et que, dans un espace relativement étroit, il se montre sous ses deux faciès coralligènes et pélagiques, suffisamment bien caractérisés pour constituer un étage entre le Néocomien et l'Aptien. Aussi ne suis-je pas disposé à rayer de la nomenclature ce terme d'Urgonien, comme le proposent aujourd'hui quelques géologues, sous prétexte qu'il ne s'applique qu'aux calcaires à Réquiénies. Je ne vois pas en effet pour quelle raison on rejetterait plutôt l'Urgonien que les autres étages de la Craie supé-

(1) *Bull. Soc. Géol.*, 3<sup>e</sup> sér., t. XI, p. 96.

(2) *Bull. Soc. Géol.* 3<sup>e</sup> série, t. XI, p. 97.

rière. Tous ces étages renferment bien des dépôts de Rudistes, mais d'Orbigny, en les adoptant, s'est bien gardé de prendre ces dépôts comme base de sa classification. L'Urgonien même n'a pas échappé à cette règle générale : l'illustre auteur de la *Paléontologie française* ne voyant dans les dépôts de Rudistes qu'un fait purement local, n'aurait certainement pas détaché du Néocomien une zone supérieure, s'il n'avait dû y comprendre que les calcaires à Réquiénies. Il suffit d'ailleurs de se reporter à la composition de l'Urgonien, tel que d'Orbigny l'a défini, pour reconnaître que cet étage comprend, indépendamment des dépôts à Rudistes d'Orgon, l'argile ostréenne de Vassy et les calcaires à *Ammonites difficilis*, *Ammonites reticostatus*, *Crioceras Emerici* et *Scaphites Yvanii* des Basses-Alpes. Comment dans ces conditions peut-on admettre que le terme d'Urgonien ne s'applique qu'au faciès à Réquiénies? Je ne vois donc pas aujourd'hui la nécessité de désigner ces couches à Céphalopodes sous une nouvelle dénomination et encore moins de les classer dans le Néocomien ou dans l'Aptien, sous prétexte que l'Urgonien doit être supprimé comme s'appliquant uniquement au faciès à Réquiénies et à Orbitolines du Barrémien et de l'Aptien inférieur.

Je ne conteste pas qu'il y ait plusieurs dépôts de Réquiénies et que certains d'entre eux puissent s'élever jusqu'au milieu des couches aptiennes; mais pourquoi ne se contenterait-on pas de modifier le synchronisme de ces dépôts, comme je l'ai déjà fait pour les dépôts à Hippurites de la craie supérieure.

L'admission d'une récurrence de la faune à Réquiénies n'est pas un motif suffisant pour changer une classification dont les termes ont été bien définis. Aussi, dans la description suivante, ai-je conservé le terme d'Urgonien comme j'avais auparavant conservé tous les autres étages du Crétacé de d'Orbigny.

D'autre part, si les dépôts de Réquiénies ne peuvent en effet servir de base à une classification, ils doivent cependant, comme tous les autres dépôts de Rudistes, être classés suivant les niveaux qu'ils occupent dans la succession générale des assises, quels que soient les étages dans lesquels on les rencontre.

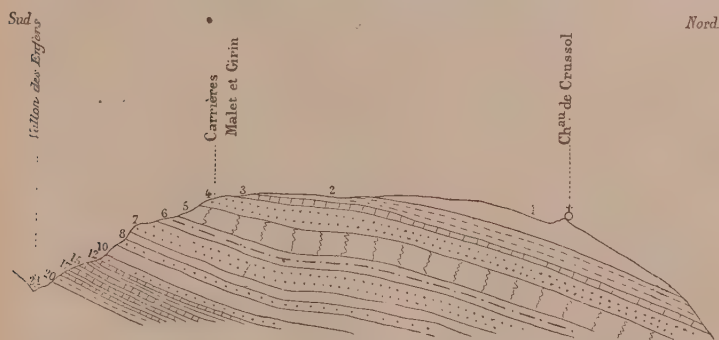
La région de la vallée du Rhône, qui fait l'objet principal de cette étude, se divise en deux parties bien distinctes : la région jurassique du Nord, comprenant la montagne de Crussol, ainsi que le massif qui s'étend de la Voulté à Privas par le Pouzin et Chomérac, et la région crétacée du Sud, qui s'appuie sur ce massif et se continue jusqu'au Sud du département de l'Ardèche et de la Drôme pour se relier ensuite avec le Crétacé du Gard et du Vaucluse, que j'ai décrit en 1875.

## TERRAIN JURASSIQUE

Entre Lyon et La Voulte, la rive droite du Rhône est bordée par une série de collines granitiques sur lesquelles viennent s'adosser deux lambeaux de calcaires jurassiques. Le premier de ces lambeaux formé par le Callovien et l'Oxfordien, se voit entre Châteaubourg et Cornas. Le second beaucoup plus important, constitue la montagne de Crussol et se prolonge jusqu'aux environs de Soyons.

Ce n'est que plus au Sud, aux environs de La Voulte, que commence la grande formation jurassique de l'Ardèche, qui s'étend ensuite dans l'intérieur du département vers Chomérac et Privas, après avoir longé le Rhône jusqu'un peu au delà du Pouzin.

La base du Jurassique de cette région ne se montrant qu'au Sud de la montagne de Crussol, je crois devoir rappeler, en la complétant, la composition de ce gisement, rendu célèbre par les beaux travaux de MM. Fontannes, Huguenin et Oppel.

Fig. 1. — *Coupe de la montagne de Crussol*Echelle des longueurs  $\frac{1}{40000}$ 

Portlandien inférieur	{	1° Calcaires très compacts avec <i>Terebratula janitor</i> , <i>Ammonites ptychoicus</i> , <i>Am. caracaeis</i> , <i>Am. lithographicus</i> . Ep. 50 <sup>m</sup> .
ou		2° Calcaires compacts ruiniformes, avec <i>Ammonites Staszycki</i> , <i>Am. acanthicus</i> , <i>Am. Beckeri</i> , Ep. 50 <sup>m</sup> .
Tithonique inférieur	{	3° Calcaires gris, très fossilifères, avec <i>Am. tenuilobatus</i> , <i>Am. acanthicus</i> , <i>Am. longispinus</i> , Ep. 10 <sup>m</sup> .
		4° Calcaires avec petits lits de marnes, avec <i>Am. tenuilobatus</i> , <i>Am. acanthicus</i> , <i>Am. trachynotus</i> et <i>Aptychus</i> . Ep. 40 <sup>m</sup> .
Kimméridgien		

Corallien	Séquanien ou Astartien	5° Calcaires compacts avec <i>Am. polyplocus</i> , <i>Am. Achilles</i> . Ep. 50 <sup>m</sup> .
	Rauracien	6° Marnes schisteuses et bancs calcaires alternants avec <i>Am. bimammatus</i> . Ep. 30 <sup>m</sup>
Oxfordien	Argovien ou Glypticien	7° Argiles et bancs calcaires alternants avec <i>Ammonites canaliculatus</i> . Ep. 50 <sup>m</sup> . 8° Calcaires marneux avec <i>Am. transversarius</i> .
	Villersien	9° Marnes et calcaires noduleux avec <i>Am. cordatus</i> , <i>Am. tortisulcatus</i> . Ep. 20 <sup>m</sup> . 10° Marnes grises avec <i>Belemnites hastatus</i> . Ep. 10 <sup>m</sup> .
	Callovien	11° Calcaire marneux avec <i>Am. macrocephalus</i> et <i>Am. Hommairei</i> . Ep. 20 <sup>m</sup> .
Bathonien	Bradfordien	12° Marnes et calcaires schisteux avec Posidonomyes, <i>Am. arbustigerus</i> et <i>Am. Bakeriæ</i> . Ep. 3 <sup>m</sup> . 13° Bancs ocreux avec <i>Am. subdiscus</i> et <i>Am. Bakeriæ</i> . Ep. 0 <sup>m</sup> 10.
	Vésulien	14° Calcaires marneux couverts de fucoïdes. Ep. 0 <sup>m</sup> 50. 15° Calcaires bruns très compacts avec <i>Am. tripartitus</i> et spongiaires. Ep. 1 <sup>m</sup> 20.
	Bajocien	16° Calcaires très compacts avec silex blonds. Ep. 0, 50. 17° Calcaires compacts avec <i>Am. Parkinsoni</i> , <i>Am. Humphriesi</i> et <i>Am. Garanti</i> , ayant à la base une petite couche avec <i>Am. Murchisonæ</i> . Ep. 1 <sup>m</sup> 50.
	Toarcien	18° Calcaires marneux avec <i>Am. opalinus</i> et <i>Am. aalensis</i> . Ep. 0 <sup>m</sup> 50. 19° Calcaires marneux avec <i>Am. bifrons</i> et <i>Am. radians</i> . Ep. 0 <sup>m</sup> 50.
	Lias. . . . .	20° Grès dolomitiques. Ep. 15 <sup>m</sup> .
	Infralias . . . .	21° Calcaires compacts.

Cette coupe que j'ai relevée moi-même d'après les indications que M. Huguenin a bien voulu me donner, présente un des plus beaux types de la série jurassique. La base de cette formation apparaît dans le fond du ravin des Enfers, au Sud de la montagne de Crussol; elle est formée par des calcaires bruns très compacts, en bancs assez épais, sur la surface desquels on distingue à peine quelques petits bivalves, voisins de ceux que l'on rencontre dans l'Infralias. Ces calcaires sont recouverts par des grès et calcaires dolomitiques, d'environ 15<sup>m</sup> d'épaisseur, dans lesquels il n'a été trouvé aucune trace de fossiles.



M. Huguenin pense que tout cet ensemble de grès et de calcaires appartient à l'époque triasique. Mais ce rapprochement n'étant basé sur aucune donnée paléontologique et stratigraphique, on pourrait tout aussi bien voir dans ces couches le représentant des différentes assises de l'Infralias et du Lias, c'est-à-dire la base de la série jurassique, d'autant plus que cette série se continue ensuite sans interruption jusqu'au sommet de la montagne. Cependant, il y a lieu de constater une certaine discordance entre les grès et les calcaires jurassiques. Dans le fond même du ravin, on voit en effet les grès dolomitiques buter contre les bancs calcaires du Lias supérieur et de l'Oolite.

Le premier banc calcaire, épais de 50 centimètres, forme la base du Toarcien ; on y trouve : *Ammonites bifrons*, *Ammonites radians*, *Am. complanatus*, *Am. annulatus*, *Am. serpentinus* et *Belemnites tripartitus*.

Le 2<sup>e</sup> banc, de même épaisseur, renferme de nombreux *Turbo*, *Am. opalinus* et *Am. aalensis*. Au-dessus, on observe un banc de 1 m. 50 de calcaires noirâtres ayant à la base l'*Am. Murchisonæ*, et à la partie supérieure, les espèces caractéristiques du Bajocien : *Am. Humphriesianus*, *Am. oolithicus*, *Am. Parkinsoni*, *Am. Martinsti*, *Am. Garanti*, *A. subradiatus*.

En suivant le chemin qui suit le ravin, on traverse toutes ces couches et on arrive ainsi à deux petites carrières dont le premier banc exploité appartient à la zone à *Am. Humphriesi*. Au-dessus de ce banc, on remarque un banc de calcaires également très compacts, avec de nombreux silex blonds, ayant à peine 0<sup>m</sup> 50 c. d'épaisseur. Ce banc de silex est recouvert par un autre banc de calcaires foncés, très compacts, épais de 1 m. 20 et renfermant : *Am. Gervillii*, *Am. ferrugineus*, *Am. tripartitus*, *Am. polymorphus*, *Lima punctata*? nombreux Brachiopodes et Spongiaires.

Puis vient un petit banc, de 0 m. 50, de calcaires marneux, couvert de *Cancellophycus* appelé coup de balai par les carriers. Ce banc supporte à son tour une couche de 0 m. 40 d'argile jaune, espèce de banc pourri dans lequel M. Huguenin a recueilli *Am. neuffensis*, *A. heterophylloïdes*, *A. linguiferus*, *A. subdiscus*, *A. dimorphus*, et *Am. Bacheriæ*. Ces calcaires à *Am. tripartitus*, le banc à fucoïdes et le banc ocreux représentent les zones caractéristiques du Bathonien.

Jusqu'ici les assises que nous venons de voir n'ont qu'une bien faible épaisseur et il serait difficile de reconnaître à première vue toutes les zones de l'Oolite au milieu de ces bancs assez peu fossilifères. Ce n'est qu'après des recherches minutieuses que M. Huguenin a pu recueillir les Ammonites qui lui ont permis de préciser l'âge de ces couches.

Les assises supérieures n'offrent plus la même difficulté ; les épaisseurs sont beaucoup plus considérables et en même temps les fossiles deviennent plus nombreux. La première assise que l'on aperçoit dans les petites carrières au-dessus du banc ocreux, est formée par des marnes et des bancs calcaires schisteux, pétris de Posinodomyes, avec *Am. arbustigerus* et *Am. Backeriae*. Cette assise, épaisse de plus de 3 mètres, constitue la partie supérieure du Bathonien. Elle est recouverte par des bancs de calcaires jaunâtres marneux d'une vingtaine de mètres d'épaisseur, renfermant *Am. macrocephalus*, *Am. Herveyi*, *Am. Backeriae*, *Am. Zignodianus*, *Am. Hommairei*. Après les carrières et en continuant à monter en suivant le chemin tracé dans le ravin, on coupe à gauche toutes ces couches du Callovien, que l'on voit plonger à droite sous les marnes oxfordiennes, en partie dénudées dans le ravin des Enfers. C'est dans ces marnes que l'on commence à trouver des *Belemnites hastatus*. Les couches oxfordiennes peuvent très bien s'observer dans le ravin en montant vers les grandes carrières ; mais le point le plus favorable pour les étudier et les reconnaître distinctement se trouve un peu plus à droite vers l'arête de la croupe, qui fait saillie à 100 mètres à droite du ravin et s'élève ensuite jusqu'au pied des bancs à *Am. polyplocus*. La partie inférieure de cette coupe, traversée par le chemin qui, des petites carrières, conduit au village de Guilhaerand, est formée par les marnes grises à *Belem. hastatus*, qui viennent buter à l'Est contre les grès dolomitiques et disparaissent au Nord sous les alluvions de la plaine. En grimpant le long de la croupe, on ne tarde pas à rencontrer au milieu des marnes, de petites Ammonites ferrugineuses, puis de petits nodules calcaires ; avec *Am. cordatus*, *Am. tortisulcatus*, *Am. crenatus*, *Am. nux.* *Am. plicatilis* et de nombreux *Belemnites hastatus* et *Aptychus*. Ces marnes, d'environ 30 mètres d'épaisseur, passent ensuite à un calcaire marneux avec *Am. transversarius*, *Am. oculatus*, *Am. Toucasi*, *Am. perarmatus*, *Am. Erato*. Au-dessus commence une nouvelle série de marnes très argileuses, avec bancs calcaires à chaux hydraulique intercalés, d'une cinquantaine de mètres d'épaisseur, dans lesquels on trouve *Am. canaliculatus*, *Am. arolicus*, *Am. denticulatus*, *Am. flexuosus*, *Am. Eucharis*, *Belemnites Dumortieri*, *Belemnites Royeri* et des lits de Spongiaires. La partie supérieure de cette assise présente un petit ravinement servant de passage au chemin qui mène des grandes carrières à Guilhaerand.

Les marnes et calcaires schisteux, épais de 30 mètres, que l'on observe ensuite jusqu'au sommet de la croupe, sont peu fossilifères ; mais on y a trouvé plusieurs échantillons d'*Ammonites bimammatus*,

fossile caractéristique du Rauracien, ainsi que *Am. flexuosus*, *Am. Loryi*, *Belemnites Røyeri*.

Les calcaires bleus compacts à *Am. polyplocus* reposent directement sur l'assise à *Am. bimammatus*. La carrière abandonnée, que l'on voit au sommet même du ravin des Enfers, a été creusée dans ces calcaires, également très peu fossilifères. On y trouve cependant quelques Ammonites du groupe des *Perisphinctes*, particulièrement *Am. polyplocus*, *Am. Lothari*, *Am. unicomptus*, *Am. Achilles* et quelques *Am. Loryi* et *Am. oculatus*. Ces calcaires à *Ammonites polyplocus* forment au-dessus des marnes et calcaires à *Am. bimammatus* un mur inabordable, qui se distingue nettement tout le long de la montagne de Crussol et permet de suivre facilement toutes les sinuosités des couches. Leur épaisseur atteint près de 50 mètres. Ils sont recouverts par les calcaires à *Am. tenuilobatus*, en bancs peu épais, séparés par de petits lits de marnes, que l'on peut étudier en détail dans les grandes carrières Malet et Girin, situées sur le versant sud-ouest de la montagne. Ces couches ont été décrites avec beaucoup de soin par MM. Huguenin et Fontannes, qui ont en même temps fait connaître la faune si riche de cette zone. L'ensemble de ces bancs à *Ammonites tenuilobatus*, a une épaisseur de près de 40 mètres. Les espèces les plus caractéristiques sont : *Am. tenuilobatus*, *Am. fialar*, *Am. acanthicus*, *Amm. trachynotus*, *Am. Altenensis*, *Am. compsus*, *Am. Holbeini*, *Am. dentatus*, *Aptychus latus*, *Aptheyus imbricatus*, *Cidaris alpina*, *Cidaris cervicalis*.

La zone à *Ammonites tenuilobatus* se termine par quelques bancs de calcaires gris compacts, très fossilifères et riches surtout en *Am. tenuilobatus*, *Am. Holbeini*, *Am. fialar*, *Am. longispinus*, *Am. acanthicus*. Cette assise, épaisse d'une dizaine de mètres, forme la crête de la montagne au-dessus des carrières. En suivant cette crête vers le Nord, on voit bientôt les derniers bancs à *Ammonites tenuilobatus* disparaître sous une masse de calcaires massifs ruiniformes très compacts, à cassure mate, en bancs assez épais traversés par de nombreuses veines spathiques. Ces calcaires, d'environ 50 mètres d'épaisseur, ne forment d'abord qu'un banc de 5 à 6 mètres, qui se prolonge tout le long de la crête jusqu'à hauteur du village de Guillerand. A partir de ce point, les couches plongent sous le château de Crussol avec une inclinaison d'environ 25 degrés; les calcaires inférieurs appartiennent encore à la zone à *Am. acanthicus*, mais l'*Ammonites tenuilobatus* ne se rencontre plus dans ces bancs, qui renferment de nouvelles espèces, comme *Ammonites Staszycii*, *Am. Beckeri*, *Am. pugilis*, *Am. liparus*, associées aux espèces de la zone à *Am. acanthicus*. Les calcaires supérieurs, désignés sous le nom de

calcaires du château de Crussol, également très compacts mais à nodules siliceux, renferment la plupart des espèces précédentes et sont en outre caractérisées par la *Terebratula janitor*, ainsi que par les *Am. ptychoicus*, *Am. lithographicus*, *Am. caractheis*, *Am. elimatus*, *Am. Richteri*, *Am. cyclotus*. Leur épaisseur est d'environ 50 mètres. En résumé la partie supérieure du Jurasique de la montagne de Crussol, qui repose sur les marnes et les calcaires marneux à *Am. canaliculatus*, comprend une série de bancs calcaires plus ou moins compacts, que l'on peut subdiviser suivant les caractères pétrographiques et paléontologiques en 5 zones :

1<sup>e</sup> Zone de l'*Ammonites bimammatus*.

2<sup>e</sup> Zone de l'*Am. polylocus* et *Am. Achilles*.

3<sup>e</sup> Zone de l'*Am. tenuilobatus* et *Am. acanthicus*.

4<sup>e</sup> Zone de l'*Am. acanthicus* et *Am. Beckeri*.

5<sup>e</sup> Zone de l'*Am. lithographicus* et *Terebratula janitor*.

Les première et deuxième zones correspondent bien aux deux zones, que j'ai signalées dans le Poitou au-dessus des marnes argoviennes à *Am. canaliculatus*. Il est en effet curieux de voir dans deux régions si éloignées une succession aussi régulière, tant sous le rapport de la faune qu'au point de vue des caractères pétrographiques. Ces deux zones constituent le Corallien à faciès pélagique, la zone inférieure représentant le Rauracien et la zone supérieure le Séquanien ou Astartien des géologues du Jura.

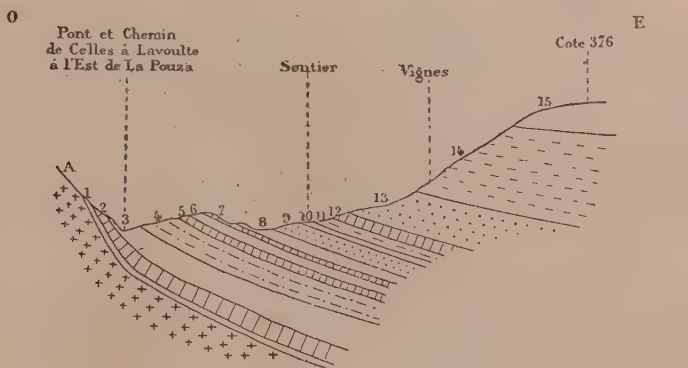
Les calcaires à *Am. acanthicus* de Crussol paraissent avoir le plus grand rapport avec les couches à *Aspidoceras acanthicum* de la Transylvanie, considérées comme Kimméridgiennes; comme ces dernières, ils se subdivisent en deux zones; la zone inférieure ou zone de l'*Am. tenuilobatus*, et la zone supérieure ou zone *Am. acanthicus* et *Am. Beckeri*.

La présence dans ces calcaires à *Am. acanthicus* de Crussol de plusieurs espèces Kimméridgiennes et particulièrement de l'*Am. longispinus* avait d'ailleurs engagé Fontannes à classer ces couches dans le Kimméridgien. Quant aux couches les plus élevées du château de Crussol qui renferment l'*Am. lithographicus*, la *Terebratula janitor* et plusieurs autres espèces du *Diphyakalk*, il n'y a pas de doute qu'elles représentent le Tithonique inférieur. Comme on le voit, la montagne de Crussol forme, au milieu de la bordure granitique du Rhône, un îlot jurassique des plus remarquables, au point de vue stratigraphique et paléontologique. Mais il n'est pas possible d'y observer la liaison du Jurassique avec le Crétacé; cette étude ne peut se faire qu'un peu plus au Sud, entre le Pouzin et Chomérac, dans ce grand massif jurassique, qui traverse le département de l'Ardèche. Ce



massif ne commence qu'aux environs de la Voulte, cependant près de Soyons on remarque déjà un petit lambeau de Jurassique qu'on peut considérer comme le précurseur des marnes oxfordiennes de la Voulte. Les gisements oxfordiens de cette région ont été décrits et exploités avec tant de succès par Dumortier (1), que je ne puis mieux faire que de renvoyer pour la description de ces couches aux beaux travaux de notre savant confrère. Toutefois au point de vue de la stratigraphie générale de la vallée du Rhône, il y a lieu de faire remarquer que, si les assises inférieures du Jurassique, que nous venons de voir à Crussol, ne reparaissent pas au Sud du département, les assises supérieures s'y montrent avec un développement remarquable. Ainsi, entre la Voulte et le Pouzin, les couches plongeant vers le Sud, on rencontre au-dessus des marnes oxfordiennes toute la série du Jurassique supérieur de la montagne de Crussol, et enfin, après avoir dépassé le Pouzin, on finit par rencontrer les dernières couches du Jurassique qui manquent à Crussol.

Fig. 2. — Coupe de la hauteur située entre Lavoulte et le hameau de Rondelle.



Échelle des longueurs :  $\frac{1}{20.000}$ .

Échelle des hauteurs :  $\frac{1}{10.000}$ .

A. Micaschistes contre lesquels sont adossés :

1° Calcaires gris bréchoïdes. Épaisseur : 2<sup>m</sup>.

2° Marnes schisteuses noirâtres, grisâtres à La Pouza, se délitant ou formant des plaquettes très dures, pétries de tiges de Pentacrines, de Radioles de *Cidaris* et de

(1) Sur quelques gisements de l'Oxfordien inférieur du département de l'Ar-dèche (1871).

Brachiopodes, et renfermant toute la faune des trois gisements signalés par Dumortier. Ep. : 15<sup>m</sup>.

3° Marnes schisteuses plus résistantes et bancs calcaires noduleux intercalés, caractérisés par de nombreuses *Posidonomya ornati*, Quenstedt, *Posid. Dalmasi*, Dumortier, et ayant à la base, dans le ravin, près de Lavoulte, des plaquettes ferrugineuses avec *Geocoma elegans*, Heller, et des nodules siliceux au milieu desquels on trouve fréquemment des *Crustacés*. Ep. : 30<sup>m</sup>.

4° Marnes grises ou noirâtres avec petits bancs calcaires intercalés, très peu fossilifères. Ep. : 25<sup>m</sup>.

Callovien

5° Marnes et calcaires marneux avec nombreuses petites Ammonites ferrugineuses : *Am. macrocephalus*, Schloth., *Am. modiolaris*, Luid., *Am. sulciferus*, Oppel, *Am. curvicosta*, Opp., *Am. subcostarius*, Opp., *Am. tumidus*, *Ancyloceras calloviensis*, d'Orb., *Belemnites Privasensis*, Mayer, *Belem. Sauvaneausus*, d'Orb., *Belem. semihastatus*, Blainv., et deux autres Ammonites très communes, très probablement celles désignées par Dumortier sous les noms d'*Am. tortisulcatus* et *Am. heterophyllus*, voisines en effet de ces deux espèces, mais cependant suffisamment différentes pour les en distinguer (1). Ep. : 4<sup>m</sup>.

6° Marnes et calcaires marneux ferrugineux, renfermant la plupart des espèces précédentes et en outre : *Am. anceps*, *Am. subbackeriæ*, *Am. Jason*, *Am. inflexus*, de Grossouvre, *Am. curvicosta*, *Ancyloceras tuberculatus* et plusieurs variétés du groupe des *Am. hecticus* et *lunula*. C'est probablement là le niveau des beaux fossiles ferrugineux à minerai de fer de Lavoulte. Ep. : 2<sup>m</sup>.

7° Calcaires marneux moins ferrugineux avec grandes Amm. *anceps*, *Am. subbackeriæ*, *Am. tetricus*, *Am. athleta*, *Am. coronatus*, *Am. alligatus*, *Am. Chauvinianus*, *Am. hecticus*, *Am. lunula*, *Am. punctatus*. Ep. : 2<sup>m</sup>,

8° Marnes schisteuses noirâtres avec *Am. punctatus*, *Am. Lamberti*, *Am. athleta*, *Am. tetricus*, *Am. Brighti*, *Am. plicatilis*, jeunes *Am. tortisulcatus*, *Belem. hastatus*. Ep. : 5<sup>m</sup>.

Oxfordien

9° Mêmes marnes avec petits bancs de calcaires ferrugineux intercalés, avec nombreuses *Am. tortisulcatus*, *Am. Cordatus*, *Am. tetricus*, *Am. Brighti*, *Am. Zignodianus*, *Am. plicatilis*, *Am. oculatus*, *Am. perarmatus*, *Belem. hastatus*, *Belem. Coquandi*. Ep. 20<sup>m</sup>.

10° Calcaires marneux et marnes grises avec *Belem. Coquandi*, *Belem. hastatus* et *Bel. Didayanus*. Ep. 5<sup>m</sup>.

(1) Ces deux ammonites sont probablement les *Ammonites Delettrei*, *Am. Ardechicus*, auxquelles il y a lieu d'ajouter l'*Am. Chantrei*, espèces nouvelles, étiquées ainsi par M. Munier-Chalmas dans la collection de la Sorbonne.

- |              |   |
|--------------|---|
|              | 11° Marnes schisteuses noirâtres avec <i>Am. Arolicus</i> , <i>Am. plicatilis</i> , <i>Am. denticulatus</i> , <i>Belem. Dumortieri</i> . Ep. : 10 <sup>m</sup> .  |
| Oxfordien.   | 12. Calcaires marneux et lits de marnes grises avec <i>Am. Arolicus</i> , <i>Am. canaliculatus</i> , <i>Am. Erato</i> , <i>Am. denticulatus</i> , <i>Belem. Dumortieri</i> , <i>Belem. Royeri</i> . Ep. : 10 <sup>m</sup> . |
|              | 13. Calcaires marneux un peu jaunâtres et lits de marnes avec <i>Am. Marantianus</i> (niveau de la zone à <i>Am. bimammatus</i> de Crussol). Ep. : 40 <sup>m</sup> .  |
| Corallien    | 14° Calcaires assez compacts, gris bleuâtres, avec <i>Am. polylocus</i> , <i>Am. Achilles</i> , <i>Am. Loryi</i> . Ep. 60 <sup>m</sup> .  |
|              | 15° Bancs de calcaires gris avec petits lits marneux ; (niveau de la zone à <i>Am. tenuilobatus</i> et <i>Am. acanthichus</i> de Crussol. Ep. : 30 <sup>m</sup> .   |
| Kimméridgien |   |

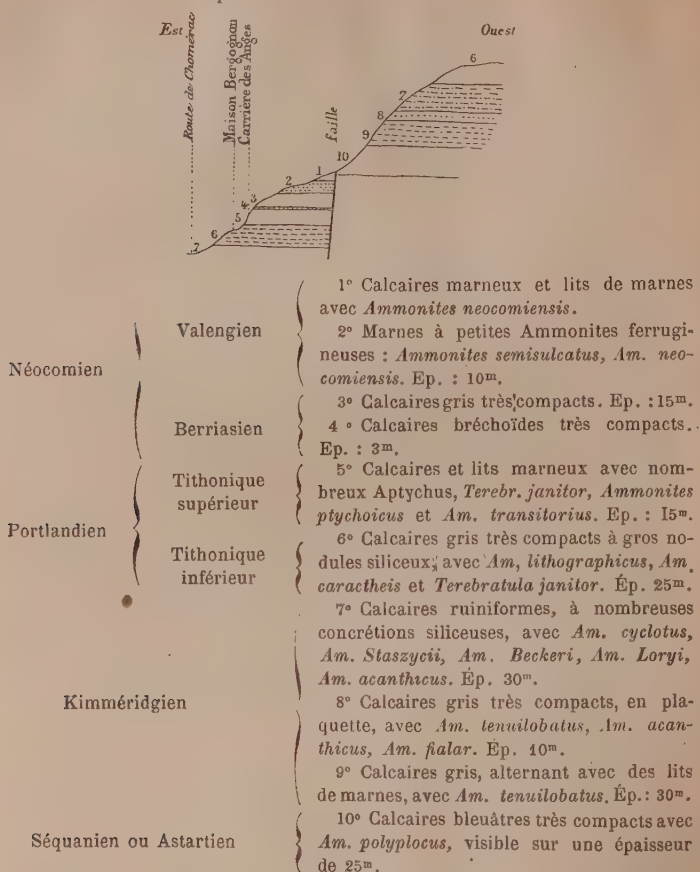
Cette coupe, prise entre le sommet de la hauteur coté 376 sur la Carte d'État-Major et le ravin situé à environ 400 mètres à l'Est de la ferme du Pouza, donne la succession complète des assises du Jurassique des environs de Lavoulte et montre que les riches gisements du Ravin et de La Pouza, signalés par Dumortier dans l'Oxfordien, se trouvent bien au-dessous des couches à faune callovienne.

Une étude plus approfondie de la faune du Pouza permettra de classer ces gisements à leur véritable niveau. Il n'est peut-être pas sans intérêt de signaler également les grands bancs de calcaires gris compacts, que l'on aperçoit dans la tranchée du chemin de fer entre Lavoulte et la gare au-dessus des marnes et des calcaires marneux oxfordiens qui constituent la hauteur située à l'Ouest de la gare. Malheureusement ces calcaires ne paraissent pas fossilifères et il est bien difficile de savoir s'ils appartiennent au Corallien ou à une zone supérieure.

Le Callovien et l'Oxfordien sont les deux étages, qui semblent le mieux représentés aux environs de Lavoulte. La découverte, que j'ai faite de l'*Ammonites Marantianus* dans les bancs calcaires superposés aux calcaires marneux à *Am. canaliculatus*, prouve que la succession des couches du Jurassique supérieur est sensiblement la même qu'à la montagne de Crussol, car on sait que ce Céphalopode caractérise avec l'*Am. bimammatus* le même niveau dans le centre de la France et particulièrement dans la Charente-Inférieure, l'Indre, le Cher et la Haute-Marne (1).

(1) Depuis l'impression de cette note, j'ai recueilli l'*Ammonites bimammatus* avec l'*Am. Marantianus* dans les calcaires marneux, qui se trouvent à la base des gros bancs de calcaires compacts à *Ammonites polylocus* dans la carrière abandonnée, située au-dessus de la gare de La Voulte.

## Coupe des hauteurs du Pouzin.



Cette coupe, prise au Sud du Pouzin, à hauteur de la carrière des Anges, complète la coupe de Crussol et permet de voir la liaison du Jurassique avec le Crétacé. Pour la suivre il faut prendre le chemin qui passe derrière la gendarmerie et conduit à la carrière; dans ce trajet, on traverse les calcaires ruiniformes, 7, qui constituent tout le long de la rive droite du Rhône la base de ce grand massif, qui s'étend jusqu'à Chomérac et Privas. Ces calcaires sont absolument identiques aux calcaires compacts ruiniformes, n° 2, de la coupe de Crussol. Un peu avant d'arriver à la maison Bergognon, au



pieu de la carrière, on voit les calcaires ruiniformes recouverts par des calcaires gris, 6, très compacts, avec gros nodules siliceux, qui représentent ici la partie supérieure des calcaires du château de Crussol. Malheureusement ces bancs étant peu exploités, il est bien difficile d'en extraire des fossiles.

A hauteur de la maison Bergognon, on aperçoit les calcaires à silex, qui disparaissent à leur tour sous une assise, 5, composée de bancs calcaires plus ou moins marneux, qu'on peut observer en détail dans la carrière aujourd'hui abandonnée. C'est cette assise qui manque à Crussol et complète ici la série jurassique de la région.

Elle comprend de bas en haut :

1° Calcaires marneux noduleux. Ep. 1<sup>m</sup>50.

2° bancs de calcaires compacts sans silex. Ep. 4 mètres.

3° calcaires marneux noduleux semblable au n° 1. Ep. 2<sup>m</sup>50.

4° calcaires gris en bancs peu épais, légèrement marneux, renfermant d'assez nombreuses *Terebratula janitor*, de grande taille et ayant généralement leurs lobes disjoints, ainsi que plusieurs ammonites de grande taille : *Am. transitorius*, *Am. elimatus*, *Am. ptychoicus*, *Am. Staszycii*. Ep. 3 mètres.

5° Banc de calcaires compacts, se terminant par un lit de calcaires marneux bleuâtres contenant les Ammonites précédentes et un grand nombre d'Aptychus. Ep. 4 mètres.

Cet ensemble de calcaires, que j'ai désignés dans la coupe générale sous le nom de calcaires à *Am. transitorius*, paraissent représenter dans la vallée du Rhône le Tithonique supérieur.

La série jurassique se termine là par un banc, 4, de calcaires compacts bréchoïdes, d'environ 3 mètres d'épaisseur, bien visible dans la carrière au-dessus de la couche marneuse à Aptychus.

Le plateau qu'on voit ensuite au-dessus de la carrière, est formé par une assise, 3, de calcaires gris blanchâtres, très compacts, esquilleux, et se délitant en fragments anguleux, dont les débris s'étendent sur tout le plateau.

Ces calcaires, qui atteignent ici près de 15 mètres d'épaisseur, sont très pauvres en fossiles ; cependant en suivant cette assise vers le Sud-Est, à environ deux cents mètres de la maison Blache, tout à fait au sommet du plateau qui domine la vallée du Rhône, j'ai recueilli dans les bancs les plus élevés de nombreux fragments d'*Am. ptychoicus*, de très grande taille et présentant de gros bourrelets sur le dos, ainsi que les *Am. occitanicus* et *Am. Calisto*, espèces caractéristiques de la zone de Berrias, que nous allons voir d'ailleurs très développée un peu plus au Sud entre Saint-Symphorien et Chomérac.

Mais auparavant continuons à suivre la coupe de la carrière des

Anges, afin de compléter la description du massif montagneux au pied duquel est bâti le Pouzin. Après avoir traversé le petit plateau qui domine la carrière, on voit se dresser devant soi une nouvelle assise, 8, de calcaires légèrement marneux, en bancs peu épais, dans lesquels on ne tarde pas à rencontrer les *Am. tenuilobatus*, *Am. fialar*, *Am. Holbeini*, c'est-à-dire la faune des carrières Malet et Girin de la montagne de Crussol. On se trouve évidemment là en présence d'une faille, d'ailleurs très bien indiquée par la topographie générale du terrain. Cette faille, dirigée du Nord au Sud, se prolonge tout le long de la hauteur depuis le ravin de l'Ouvèze jusqu'aux environs de la maison Blache, en passant un peu au-dessous de la maison Buphard, à l'Ouest même du Pouzin. En montant sur le sommet de la hauteur, on rencontre successivement au-dessus des calcaires à *Ammonites tenuilobatus*, d'abord les calcaires ruiniformes, 7, puis les calcaires à nodules siliceux, 6, qui constituent ici comme à Crussol toute la partie supérieure de la hauteur. J'ai en effet trouvé dans cette dernière assise du Pouzin une petite *Terebratula janitor* à lobes très disjoints, les *Am. lithographicus*, *Am. caractheis*, *Am. ptychoicus*, *Am. cyclotus*, soit la plupart des espèces caractéristiques de cette zone. Les calcaires à *Am. transitorius* et grandes *Terebratula janitor* manquent dans cette partie de la coupe du Pouzin comme à la montagne de Crussol ; mais, grâce à la faille, on les voit bien apparaître sur le flanc de la hauteur entre le Pouzin et Saint-Symphorien. En se dirigeant vers ce dernier village par le chemin qui passe devant la maison Bergognon et conduit à la maison Blache, on traverse non seulement toutes les couches qui, à la carrière des Anges, composent cette assise à *Am. transitorius*, mais encore les calcaires bréchoides et les calcaires blanchâtres de la zone de Berrias, de sorte qu'un peu avant d'arriver à la maison Blache on finit par rencontrer, au-dessus des calcaires de la zone de Berrias, les marnes grises avec petites Ammonites ferrugineuses : *Am. neocomiensis*, *Am. semisulcatus*, *Am. Calypso*, *Am. quadrisulcatus*, *Am. Grasianus*, c'est-à-dire la zone du Néocomien inférieur connue sous le nom de Valengien. Ces marnes s'étendent au Sud entre Baix et Saint-Symphorien, où elles reposent directement sur les calcaires de Berrias très fossilifères en ce point.

Les assises supérieures du Jurassique se prolongent à l'Ouest, où elles constituent la plus grande partie des hauteurs situées au Nord de Saint-Symphorien et de Chomérac. Les bancs supérieurs à grandes *Terebratula Janitor* sont particulièrement exploités dans cette dernière localité ; on en extrait des pierres de taille et des marbres fort appréciés.

C'est au Sud de ce grand massif du Jurassique supérieur que commence à paraître le terrain crétacé inférieur, qui se continue ensuite

sans interruption tout le long de la vallée du Rhône jusqu'au Sud du département de l'Ardèche, où il se relie avec le Crétacé du Gard.

## TERRAINS CRÉTACÉS

Dans la vallée de la Payre entre Chomérac, Saint-Symphorien et Baix, on peut étudier en détail les premières assises du Crétacé inférieur qui comprend de bas en haut :

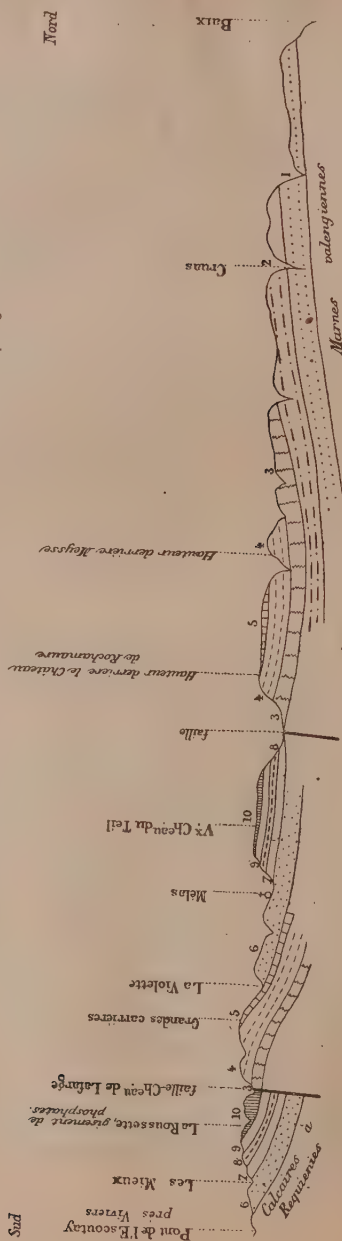
Néocomien	Berriasien	1° Calcaires avec <i>Ammonites occitanicus</i> , <i>Am. Calisto</i> , <i>Am. Privasensis</i> , jeunes <i>Am. ptychoicus</i> avec bourrelet dorsal, et <i>Terebratula janitor</i> à lobes joints. Ep. 30 <sup>m</sup> .
		2° Marnes grises à petites <i>Ammonites</i> ferrugineuses : <i>Am. neocomiensis</i> , <i>Am. semisulcatus</i> sans bourrelet dorsal, <i>Am. Calypso</i> , <i>Am. quadrisulcatus</i> , <i>Am. Roubaudi</i> , <i>Am. Grasianus</i> , <i>Belemnites latus</i> . Ep. 25 <sup>m</sup> .
	Valengien	3° Mêmes marnes contenant quelques petits bancs de calcaires marneux, avec <i>Am. neocomiensis</i> , <i>Am. Astierianus</i> . Ep. 70 <sup>m</sup> .
	Hauterivien	4° Calcaires marneux en bancs peu épais, alternant avec de petits lits de marnes, avec <i>Crioceras Duvalii</i> , <i>Ammonites cryptoceras</i> , <i>Am. Astierianus</i> , <i>Am. Leopoldinus</i> , <i>Echnospatagus cordiformis</i> et <i>Ostrea Couloni</i> . Ep. : 120 <sup>m</sup> .

Les calcaires de Berrias se montrent avec leur véritable caractère pétrographique et paléontologique dans la vallée de la Payre sur le flanc du massif jurassique entre Chomérac et Saint-Symphorien ; un des points les plus fossilifères se trouve aux environs de la Boissière. Ces calcaires sont recouverts par les marnes grises à petites ammonites ferrugineuses, qui s'étendent dans toute la vallée. Lemp, la Picarde et Brune sont les gisements, où l'on peut récolter les plus beaux échantillons d'*Ammonites* ferrugineuses du Valengien.

Les calcaires marneux à Spatangues de l'Hauterivien constituent les hauteurs situées entre Baix et Saint-Bauzile, ainsi que tout le massif compris entre Saint-Bauzile et Mirabel, dont le plateau est couronné par les basaltes, de sorte que, par suite du peu d'inclinaison des couches, les marnes valengiennes reparaissent dans les vallées qui entourent ce grand massif. C'est ainsi qu'on peut recueillir des fossiles valengiens dans les marnes coupées par le chemin de fer de Ville-neuve de Berg à Aubignas.

Ces marnes qui apparaissent également à l'Est dans le vallon de Saint-Martin, sont un excellent point de repère dans toute cette région et permettent de suivre facilement les assises supérieures sur la rive droite du Rhône.

Fig. 4.  
Coupe générale de Baix à Viviers, par Cruas, le Teil et Lafarge.





Néocomien Sup.	Hauterivien.	1° Calcaires marneux à <i>Crioceras Duvali</i> , <i>Am. cryptoceras</i> , <i>Am. Astieri</i> , <i>Am. Leopoldinus</i> , <i>Echinospatagus cordiformis</i> , Ep. 120 mètres.
Urgonien.	Barrémien ou Cruasien.	2° Calcaires assez compacts, exploités à Cruas pour la fabrication de la chaux hydraulique, avec <i>Amm. difficilis</i> , <i>Am. recticostatus</i> , <i>Am. angulicostatus</i> , <i>Ancyloceras Matheroni</i> ? Ep. 150 mètres.
		3° Calcaires à silex. Ep. 100 mètres.
	Rhodanien.	4° Calcaires exploités pour la fabrication de la chaux hydraulique à Lafarge et à Meyse avec <i>Am. Consobrinus</i> , <i>Am. recticostatus</i> , <i>Am. Cornuelli</i> , <i>Am. Stobieschi</i> , <i>Am. Matheroni</i> , <i>Ancyloceras Matheroni</i> , <i>Nautilus plicatus</i> , <i>Nautilus Neocomiensis</i> . Ep. 120 mètres.
		5° Calcaires à silex. Ep. 30 mètres.
Aptien.	Bédoulien.	6° Marnes et calcaires marneux avec <i>Belemnites semicanaliculatus</i> , <i>Ammonites consobrinus</i> , <i>Am. Matheroni</i> , <i>Nautilus plicatus</i> , <i>Naut. neocomiensis</i> , <i>Ancyloceras Matheroni</i> , <i>Ostrea aquila</i> , <i>Echinospatagus Collegnoi</i> . Ep. 80 mètres.
		7° Marnes bleues à <i>Belem. semicanaliculatus</i> et <i>Plicatula placunea</i> . Ep. 30 mètres.
	Gargasien.	8° Calcaires très marneux à <i>Discoidea decorata</i> , <i>Belem. semicanaliculatus</i> , <i>Holaster laevis</i> , <i>Echinospatagus Collegnoi</i> , <i>Catopygus</i> , <i>Terebratula Faba</i> , <i>Rhynchonella</i> . Epaisseur 20 mètres.
Gault.		9° Sables jaunes et gros blocs de grès. avec <i>Belem. semicanaliculatus</i> , de grande dimension. Ep. 30 mètres.
		10° Grès sableux glauconieux renfermant, à La Roussette et au Teil, des nodules de phosphate de chaux ainsi que : <i>Am. mammillaris</i> , <i>Am. Mayori</i> , <i>Am. Milletianus</i> , <i>Am. latidorsatus</i> , <i>Am. nodosocostatus</i> , <i>Am. inflatus</i> , <i>Am. inflatiformis</i> , <i>Turrilitès Bergeri</i> , <i>Turr. Puzosi</i> , <i>Belemnites minimus</i> , <i>Natica Gaultina</i> , <i>Arca carinata</i> , <i>Terebratula Dutemplei</i> , <i>Discoidea rotula</i> , Ep. 3 <sup>m</sup> .
		(La plupart des fossiles du Gault paraissent usés et roulés par les eaux). La présence dans cette assise de nombreuses espèces cénomaniennes au milieu des fossiles usés du Gault peut très bien faire supposer que cette assise appartient déjà au Cénomanien inférieur; la couche du Gault, dans ce cas, aurait été détruite un peu avant le dépôt de la première couche cénomanienne.
Cénomanien.		11° Grès glauconieux se changeant à la partie supérieure.

Cénomanien. { en un calcaire grumeleux, glauconieux, très peu fossilifère à la Roussette, avec plus de 30 mètres d'épaisseur, tandis qu'au Teil, où il atteint à peine 5 mètres, on y trouve : *Belemnites ultimus*, *Ostrea conica*, *Ost. vesiculosa*, *Rhynchonella Grasiana*, *Rhynch. compressa*, *Terebratulà biplicata*, *Holaster nodulosus*, *Hol. bicarinatus*, *Catopygus carinatus*, *Glyphocyphus radiatus*, *Cidaris vesiculosa*, *Cid. Sorigneti*.

Cette coupe, dont une partie a été déjà donnée par M. Léenhardt (1) montre la série complète du Crétacé inférieur au-dessus des marnes valengiennes. On voit d'abord, comme l'avait fait remarquer mon savant confrère, que les calcaires de Lafarge sont supérieurs à ceux de Cruas et qu'ils se trouvent tous deux compris entre les calcaires marneux à Spatangues de l'Hauterivien et les marnes et calcaires marneux à *Belemnites semicanaliculatus* de l'Aptien inférieur.

En effet, si l'on suit les calcaires à *Am. difficilis* et *Am. recticostatus* en arrière des Poudingues et des marnes rouges tertiaires, qui sont adossés à ces calcaires entre Meysses et Rochemaure, on s'aperçoit que les calcaires à silex, n° 3, qui recouvrent les calcaires de Cruas, n° 2, supportent à leur tour une assise de calcaires, n° 4, entièrement identiques à ceux que l'on exploite dans les carrières de Lafarge et renfermant la même faune de Céphalopodes.

On peut donc affirmer aujourd'hui que la masse des calcaires à *Am. difficilis* et *Am. recticostatus* de l'Ardèche est séparée en deux zones bien distinctes par une forte assise de calcaires à silex : la zone inférieure comprenant les calcaires de Cruas et la zone supérieure comprenant les calcaires de Rochemaure et de Lafarge.

D'autre part la partie de la coupe, comprise entre le Teil et Viviers, montre que les calcaires à Réquiénies de Viviers occupent le même niveau que les calcaires à Céphalopodes de Lafarge. Il y a bien une faille qui sépare les deux formations et ne permet pas de les relier, mais il suffit de comparer la succession des couches à droite et à gauche de la faille pour reconnaître que, des deux côtés il y a identité absolue. Ainsi à l'Ouest de Viviers, près de la route d'Aubenas, les marnes et calcaires marneux de l'Aptien inférieur à *Belem. semicanaliculatus* reposent directement sur les calcaires à Réquiénies, tandis qu'entre Lafarge et le Teil, à hauteur de la Violette dans le ravin des Tuilières, on voit ces mêmes couches aptiennes recouvrir directement les calcaires de Lafarge.

Au-dessus de ces couches, la série des assises supérieures (2) étant

(1) Soc. Géol., 3<sup>e</sup> série, t. XIV, p. 64.

(2) Le Gault et le Cénomanien du Teil et de La Roussette, près Lafarge, n'avaient pas encore été signalés jusqu'à ce jour.

absolument la même, on ne peut douter de leur équivalence stratigraphique et par conséquent de la continuité des couches qui les supportent.

On peut donc considérer les calcaires à *Céphalopodes* de Lafarge comme la continuation avec changement de faciès des calcaires à Réquiénies de Viviers.

La coupe du plateau de Saint-Remèze au Rhône, que M. Carez a publiée (1), vient d'ailleurs confirmer cette opinion au point de vue de l'ensemble des assises.

1° Calcaires marneux avec *Am. Astieri*, *Ostrea Couloni* et *Echinospatagus cordiformis*.

2° Calcaires à silex.

3° Calcaires à Orbitolines et Réquiénies renfermant, à différents niveaux de la masse du calcaire, quelques bancs de marnes avec *Heteraster Couloni*, *Pyrina cylindrica*, *Cidaris Malum*, *Rhynch. lata*, *Ostrea macroptera*.

4° Calcaires marneux avec fossiles de grande taille : *Amm. Cornuelianus*, *Ancycloceras Matheroni*, *Belemnites semicanaliculatus* (rare), *Ostrea aquila*, *Plicatula placunea*, *Echinospatagus Collegnoi*.

5° Marnes bleues avec rares bancs de calcaires et renfermant : *Belem. semicanaliculatus*, *Am. Cornuelianus*, *Plicatula placunea*, *Ostrea Aquila* (petite taille) et *Echinospatagus Collegnoi*.

6° Calcaires jaunes avec nombreux *Discoidea decorata* et renfermant en outre *Belem. semicanaliculatus* et *Echinospatagus Collegnoi*.

7° Sables verdâtres fins, avec gros bancs de grès discontinus, et renfermant *Belem. semicanaliculatus*.

8° Gault fossilifère.

Cette coupe montre en effet que les calcaires à Réquiénies occupent dans le Sud de l'Ardèche le même niveau que les calcaires à Réquiénies de Viviers et de Donzère, dont ils ne sont d'ailleurs que le prolongement vers le Sud-Ouest, et, comme ils reposent sur les calcaires à silex, ils se trouvent donc compris au milieu d'une formation à peu près identique à celle que nous venons de voir entre Lafarge et Baix, mais avec cette différence que dans cette dernière partie de l'Ardèche, que l'on pourrait considérer comme la région nord, les calcaires à Réquiénies sont remplacés par les calcaires à grands *Céphalopodes* de Rochemaure et de Lafarge.

Sur la rive gauche du Rhône, la succession des couches est presque aussi complète que sur la rive droite, et on y retrouve les deux faciès pélagiques et coralligènes dans les mêmes conditions. La base de la formation se voit au Nord de Montélimar, entre Leyne et

(1) *Bull. Soc.*, 3<sup>e</sup> sér., t. XI, p. 355.

Lachamp : les calcaires marneux à *Echinospatagus cordiformis* de l'Hauterivien se trouvent là à peu près en face de ceux de Cruas et, comme eux, ils plongent sous une masse de calcaires, qui constituent la plus grande partie des hauteurs situées au Nord et à l'Est de Montélimar. Ces calcaires exploités sur plusieurs points et particulièrement à Derbières et à Savasse, renferment la même faune que les calcaires à *Am. difficilis* et *Am. recticostatus* de Cruas.

En suivant la route de Valence à Montélimar, on peut étudier en détail la série des couches et on arrive ainsi jusqu'aux couches supérieures, qui sont exploités à l'Homme-d'armes pour la fabrication de la chaux hydraulique. On a trouvé dans la partie supérieure de cette carrière : *Am. Matheroni*, *Am. Consobrinus*, *Nautilus plicatus*, *Nautilus Neocomiensis*, *Ancyloceras Matheroni*, associés avec les *Am. difficilis* et *Am. recticostatus*, soit la plupart des espèces caractéristiques des calcaires de Rochemaure et de Lafarge.

Les calcaires de l'Homme-d'armes plongent au Sud et disparaissent ensuite sous les alluvions des environs de Montélimar ; mais à l'Est de cette ville, on retrouve sur plusieurs points des îlots, formés par ces mêmes calcaires, notamment entre Puygiron et Espeluche, où ils sont recouverts par les marnes Aptiennes à *Belem. semicanaliculatus*.

Un peu plus au Sud, à Allan, la série se complète par les couches supérieures de l'Aptien et par le Gault fossilifère avec nodules phosphatés.

Au Sud de Montélimar, les marnes et calcaires marneux à *Belem. semicanaliculatus* de l'Aptien inférieur se relèvent et on les voit reposer directement sur les calcaires à Réquienies de Rac et de Châteauneuf.

Ainsi, sur la rive gauche comme sur la rive droite du Rhône, on observe non seulement la même série d'assises, mais encore le même faciès pélagique au Nord et le même faciès coralligène au Sud.

La succession des assises du terrain crétacé inférieur, que nous venons d'étudier dans la vallée du Rhône, n'est pas spéciale à cette région. Elle a certainement beaucoup de rapports avec celle que l'on observe dans d'autres localités tout aussi connues du Sud-Est de la France, comme le Mont Ventoux, les Alpes, la Bédoule, Barrême et Castellanne. Le tableau ci-joint résume la série des assises du Crétacé inférieur et montre que cette succession est sensiblement la même dans tout le Sud-Est de la France.

La classification de ces assises paraît actuellement attirer de nouveau l'attention des géologues : les uns semblent vouloir conserver l'étage Urgonien, tandis que les autres proposent de supprimer cet



étage, dont la partie inférieure reviendrait au Néocomien et la partie supérieure passerait à l'Aptien.

A mon avis, comme ce n'est là qu'une simple affaire d'accolade, je trouverais la classification tout à fait secondaire, si l'on était d'accord sur la succession générale des assises.

Cependant maintenant que la composition des couches du terrain Crétacé inférieur est mieux connue, on se trouve dans de meilleures conditions pour discuter cette question. En effet, nous savons aujourd'hui que les calcaires à Réquienies se montrent à peu près au même niveau dans tout le Sud-Est de la France, qu'ils forment un dépôt isolé au milieu d'une formation de calcaires à Céphalopodes, caractérisée particulièrement par les *Amm. recticostatus* et *Am. difficilis*, et que, quand ce dépôt de Rudistes fait défaut, la faune à Céphalopodes se continue dans toute l'épaisseur du calcaire, avec cette différence que les couches supérieures, tout en renfermant encore les *Amm. difficilis*, *Am. recticostatus*, les grands *Ancyloceras* et *Crioceras* des couches inférieures, présentent en outre quelques nouvelles espèces de l'Aptien inférieur, comme *Amm. consobrinus*, *Am. Stobiescki*, *Am. Matheroni*, *Am. Cornueli*.

La présence de ces Ammonites aptiennes à la partie supérieure des calcaires de Lafarge, Rochemaure et l'Homme-d'armes n'a rien de bien extraordinaire.

L'apparition de nouvelles espèces à la partie supérieure des divers étages est un fait général, qui a d'autant plus de raison de s'affirmer ici que la faune des Céphalopodes acquiert dans cette région un développement considérable dû évidemment à la continuité des sédiments calcaires.

J'insiste sur cette particularité de la faune des calcaires de Lafarge, parce que c'est là un des principaux arguments sur lesquels s'appuient certains géologues pour démembrer l'Urgonien et placer dans l'Aptien tous ces calcaires de Lafarge, de Rochemaure et de l'Homme d'armes et par conséquent les calcaires correspondants de Vaison, de la Bédoule et des Basses-Alpes, ainsi que tous les dépôts de Rudistes qu'ils renferment. Dans tous les cas, pour détacher de l'Urgonien toutes ces assises, il faudrait au moins prouver qu'elles correspondent stratigraphiquement à l'Aptien inférieur et que ce sous-étage ne se trouve pas déjà représenté par des couches supérieures. Or, si l'on consulte les coupes précédentes et le tableau, on reconnaît bien vite le véritable Aptien inférieur dans les marnes et calcaires marneux, qui partout recouvrent directement les calcaires à Réquienies ou les calcaires à Céphalopodes. Ces couches, tout en renfermant la faune à grands Céphalopodes de Lafarge et de Vaison, con-

tiennent également quelques espèces plus franchement aptiennes, comme *Belem. semicanaliculatus* et *Plicatula placunea*, et elles se trouvent partout à la base de l'Aptien marneux à *Belemnites semicanaliculatus*, *Am. nesus*, *Am. Martini*. Les riches gisements de la Bédoule dans les Bouches-du-Rhône, de Salazac dans le Gard, de l'Eause près Clansayes dans la Drôme, et enfin de Viviers et du Teil dans l'Ardèche, appartiennent à cette zone de l'Aptien inférieur, à laquelle on pourrait donner le nom de Bédoulien (de la Bédoule), le nom de Gargasien ne devant être appliqué qu'aux couches supérieures.

On voit que, sous le rapport de la faune comme au point de vue stratigraphique, les calcaires de Lafarge ne peuvent être classés dans l'Aptien inférieur, tandis qu'ils sont au contraire intimement liés aux calcaires de Cruas. Enfin, au point de vue pétrographique, on aurait de la peine à trouver une ligne de séparation mieux marquée que celle qui existe entre les calcaires massifs de Lafarge et les marnes à *Belemnites semicanaliculatus* de La Violette.

Il résulte de toutes ces considérations que les calcaires de Lafarge et ceux de Cruas, tout en présentant quelques petites différences dans leurs faunes, ne peuvent appartenir qu'à un seul et même étage. Cet étage ne pouvant être l'Aptien et encore moins le Néocœnien, il est tout naturel de lui conserver le nom d'Urgonien, d'autant plus que les espèces, que l'on rencontre le plus souvent dans la masse de ces calcaires, sont justement les espèces les plus caractéristiques de l'Urgonien de d'Orbigny, comme : *Am. recticostatus*, *Am. difficilis* et *Ancylloceras Emerici*.

L'Urgonien ainsi compris peut se subdiviser en deux sous-étages : 1° le sous-étage inférieur, correspondant au Barrémien de Coquand, et comprenant les calcaires inférieurs de Cruas, la zone n° 4 à *Am. difficilis* du Ventoux de M. Léenhardt, les calcaires lithographiques n° 7, de la coupe d'Aubagne à la Bédoule de M. Hébert (1), et la partie inférieure des calcaires à *Scaphites Yvanii* des Basses-Alpes; 2° le sous-étage supérieur, qui correspond au Rhodanien de M. Rénevier et comprend les calcaires de Lafarge, de Rochemaure, de l'Homme d'armes avec leurs deux niveaux de calcaires à silex, les calcaires de Vaison, les calcaires à *Amm. Matheroni* du ravin de la Bédoule et des Basses-Alpes, et enfin, tous les calcaires à Réquiéniés et à Orbitolines du Sud-Est de la France.

Cette classification a l'avantage de n'apporter que fort peu de changement à la classification suivie jusqu'à ce jour. La seule modification un peu importante, qu'elle comporte, consiste dans la com-

(1) *Bull. Soc. Géol.* 2<sup>e</sup> série, t. XXVIII, p. 164.

ÉTAGES	SOUS-ÉTAGES	VALLÉE DU RHONE ARDÈCHE, DROME ET GARD	
GAULT		Grès et sables avec nombreux fossiles du Gault et couches à nodules de phosphate de chaux.	
APTIEN	APTIEN supérieur ou GARGASIEN	1° Grès et sables avec <i>Belemnites semicanaliculatus</i> . 2° Calcaire marneux avec <i>Discoidea decorata</i> , <i>Echinospatagus Cornuoi</i> et <i>Belemnites semicanaliculatus</i> . 3° Marnes avec <i>Belemnites semicanaliculatus</i> , <i>Ammonites nissus</i> , <i>Martini</i> , <i>Plicatula placunea</i> , <i>Phic. radiola</i> .	
	APTIEN inférieur ou BÉDOULIEN	4° Calcaires marneux et marnes avec <i>Belemnites semicanaliculatus</i> rare, Céphalopodes de grande taille, <i>Ammonites consobrinus</i> , <i>Cornuelli</i> , <i>Am. Matheroni</i> , <i>Nautilus plicatus</i> , <i>Naut. neocomiensis</i> , <i>Ancyloceras Matheroni</i> , <i>Ostrea Aquila</i> , <i>Echinospatagus Collegianus</i> .	
URGONIEN	URGONIEN supérieur ou RHODANIEN	Faciès pélagique de Lafarge. 1° Calcaires à silex. 2° Calcaires avec grands Céphalopodes : <i>Ammonites Cornuelli</i> , <i>Am. consobrinus</i> , <i>Am. Matheroni</i> , <i>Am. Stobiescki</i> , <i>Am. recticostatus</i> , <i>Am. difficilis</i> , <i>Nautilus plicatus</i> , <i>Naut. neocomiensis</i> , <i>Ancyloceras Matheroni</i> . 3° Calcaires à silex.	Faciès coralligène de Vivier. 1° Calcaires à Réquiénies, bancs marneux à <i>Heterolites Couloni</i> , <i>Osbea macroptera</i> , Orbitolines. 2° Calcaires à silex.
	URGONIEN inférieur ou BARRÉMIEN ou CRUASIEN	4° Calcaires avec <i>Ammonites recticostatus</i> , <i>Am. difficilis</i> , <i>Am. angulicostatus</i> , <i>Am. subfimbriatus</i> , <i>Ancyloceras</i> , <i>Echinospatagus Ruedei</i> .	
NÉOCOMIEN	HAUTERIVIEN	1° Calcaires marneux à <i>Crioceras Duvali</i> , <i>Ammonites cryptoceras</i> , <i>Astieri</i> , <i>Am. radiatus</i> , <i>Am. Leopoldinus</i> , <i>Ostrea Couloni</i> , <i>Echinospatagus cordiformis</i> .	
	VALENGIEN	2° Calcaires très marneux et marnes à petites <i>Ammonites ferrugineus</i> , <i>Am. neocomiensis</i> , <i>Am. Roubaudi</i> , <i>Am. Grasianus</i> , <i>Am. semisulcata</i> , <i>Am. Calypso</i> , <i>Belemnites latus</i> .	
	BERRIASSIEN	3° Calcaires à <i>Ammonites occitanicus</i> , <i>Am. Calysto</i> , <i>Am. Privasensis</i> .	

ES IMES	SOUS-ÉTAGES	ÉTAGES
fossifère.		GAULT
<i>maticulatus, Ammonites ni-</i>	GARGASIEN	APTIEN
<i>tatheroni, Am. consobrinus,</i> <i>i.</i>	BÉDOULIEN	
<i>recticostatus, Am. difficilis.</i>	RIHODANIEN	
<i>es recticostatus, Am. diffi-</i> <i>. Rouyanus.</i> <i>ceras Emerici.</i>	BARRÉMIEN OU CRUASIEN	NÉOCOMIEN
<i>vahii, Belemnites dilatatus;</i> <i>tus, Am. Leopoldinus, Ostrea</i>	HAUTERIVIEN	
Ammonites ferrugineuses : s.	VALENGIEN	
<i>Am. Boissieri.</i>	BERRIASIEN	



position de l'Urgonien de la Provence, qui, au lieu de ne commencer qu'avec les calcaires à Réquiénies, devra comprendre également les calcaires à *Amm. recticostatus*, *Am. Matheroni* et *Am. Stobiescki* du ravin de la Bédoule.

Bien que je ne sois pas favorable à la suppression de l'Urgonien, j'ai indiqué dans mon tableau les deux systèmes de classification, avec ou sans Urgonien. On voit qu'il n'y a là qu'une simple question d'accolade.

Dans ce travail, je ne me suis occupé que de la région du Sud-Est de la France; j'ai laissé de côté avec intention la région du Vercors, que je n'ai pas eu le temps de visiter, ainsi que la région des Corbières et des Pyrénées dont la succession des couches ne me paraît pas encore bien établie.

Cependant les travaux récents de MM. Léenhardt, Roussel, Seunes et Viguiier tendent à faire supposer que dans ces dernières régions les calcaires à Réquiénies pourraient très bien s'élever jusqu'au milieu des couches aptiennes. D'ailleurs la dénomination d'Urgo-Aptien, que j'avais adoptée en 1879 pour la région des Corbières, prouve qu'à cette époque j'avais déjà remarqué la difficulté de séparer les calcaires à Réquiénies des couches aptiennes.

Je ne doute pas que, grâce aux recherches des géologues qui s'occupent actuellement de cette question, nous n'ayons sous peu, pour les calcaires à Réquiénies, une solution analogue à celle que nous venons d'avoir pour les dépôts à Rudistes du Jurassique et du Crétacé supérieur.

## Des sphérolites des roches siliceuses et de leur mode de formation,

par F. Wallerant.

Bien des auteurs se sont occupés des sphérolites des roches cristallines. M. Rosenbuch en Allemagne (1), M. Michel Lévy en France (2) ont étudié, ces dernières années, leur composition et leur structure. M. Michel Lévy est arrivé en particulier aux conclusions suivantes : « Contrairement à l'opinion des auteurs allemands, les sphérolites ne sont pas, en général, dus à des actions secondaires; la silice est l'élément actif des sphérolites des roches acides, la substance felds-

(1) Rosenbuch : Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft. t. XXVIII.

(2) Michel Lévy. Notes sur divers états globulaires de la silice. — Mémoire sur la variolite de la Durance. B. S. G. t. V, 3<sup>e</sup> série.

pathique, quand elle fait partie de ces sphérolites, est à l'état inerte : autrement dit, c'est à la silice qu'ils doivent leurs propriétés optiques, la substance feldspathique n'étant pas cristallisée. »

Dans la pyroméride de l'Esterel nous avons reconnu l'existence de sphérolites, non encore décrits, croyons-nous, et qui cependant par la simplicité de leur structure viennent confirmer les idées de M. Michel Lévy et jeter un certain jour sur leur mode de formation.

Cette pyroméride, déjà décrite par M. Michel Lévy (1), forme dans l'Esterel, d'énormes masses, comme on peut s'en convaincre en jetant un coup d'œil sur la carte géologique d'Antibes due aux recherches de M. Potier. Son âge est facile à déterminer par l'examen de la coupe suivante, coupe *naturelle*, observée dans un petit vallon d'érosion situé près de la Colle de Grane, sur la route de Fréjus aux Bossons. Cette coupe montre non seulement que la pyroméride est postérieure aux grès et schistes rouges permien sur lesquels elle s'appuie, mais encore qu'elle est postérieure à leur soulèvement.

Fig. 1. — Coupe de la Colle de Grane.



1. Grès et schistes rouges permien. — 2. Porphyrite pyroxénique.  
3. Pyroméride.

Dans les environs de Fréjus et de Saint-Raphaël on trouve des cailloux roulés de pyroméride dans les grès permien. Il est facile de concilier ces deux faits, contradictoires en apparence car l'étude des autres roches de l'Esterel et en particulier des porphyres montre clairement que les montagnes de l'Esterel se sont soulevées non après la formation complète du Permien, mais après le dépôt de ses premières couches ; de sorte que ces dernières étaient déjà soulevées, que les couches supérieures du Permien se déposaient encore dans la plaine de Fréjus et dans certaines vallées pénétrant au cœur de l'Esterel. La pyroméride est donc contemporaine des grès rouges permien. La roche forme en général des collines arrondies d'où se détachent des blocs à surfaces sphériques. Elle est rubanée et ses zones se contournent en tous sens, comme on le constate facilement au Pont du Duc, dans la tranchée ouverte pour le passage de la route

(1) Michel Lévy. Caractères microscopiques des roches anciennes. B. S. G. t. III, 3<sup>e</sup> série. — Divers modes de structure des roches éruptives A. M. t. VIII, 7<sup>e</sup> série.

d'Italie, et à la carrière du Deffens près Saint-Raphaël. En certains points, le fer à l'état de silicate donne à la pâte de la roche une couleur verte, mais en général elle doit à la suroxydation du fer une couleur variant du rose clair au rouge foncé. Le plus souvent la pâte est granuleuse, friable ; cependant à la Colle de Grane elle présente des veines vitreuses et résineuses connues sous le nom de pechtein de Fréjus. C'est dans cette pâte que se trouvent les sphérolites dont les uns ne sont visibles qu'au microscope, tandis que d'autres atteignent la grosseur de la tête. Leur disposition dans la masse de la roche frappe à première vue ; ils sont concentrés dans les zones de la roche et leur disposition en traînées parallèles indique nettement qu'ils ont participé à l'entraînement de la masse encore fluide.

Par leurs caractères macroscopiques, ces globules se répartissent déjà en deux groupes ; les uns, dont les dimensions ne dépassent jamais un centimètre de diamètre, tout en présentant des couches concentriques, sont radiés ; on les trouve près d'Agay comme l'indique M. Potier (1) ; les autres ne présentent que des couches concentriques et peuvent atteindre la grosseur de la tête. L'un de ceux-ci, par exemple, présente la composition suivante reconnaissable à l'œil nu. La partie centrale est formée de quartz, puis, entourée de plusieurs couches de jaspé dont les plus foncées sont les plus dures et les plus riches en silice.

L'examen microscopique de la roche nous montre comme éléments de première consolidation des cristaux de quartz et d'orthose, qui sont plutôt brisés et roulés que corrodés ; ces cristaux sont d'ailleurs très rares. Ils sont plongés quelquefois dans une masse pétrosiliceuse riche en silice ; mais le plus souvent la masse fondamentale de la roche est formée de petits cristaux de quartz nettement délimités ; autrement dit la masse offre la structure microgranulitique. Enfin dans les veines où la roche a reçu le nom de pechstein la masse présente la structure décrite par M. Michel-Lévy. La structure microgranulitique ne peut d'ailleurs être constatée que dans les plaques très minces : ces cristaux de quartz renferment un si grand nombre d'inclusions que dans une préparation un peu épaisse, le champ est presque complètement obscurci et que l'on obtient à peu près l'apparence d'une pâte pétrosiliceuse. Un grossissement relativement faible permet d'étudier ces inclusions qui sont d'assez grandes dimensions : elles sont absolument amorphes et ce sont elles qui donnent à la roche sa couleur.

Nous avons fait une analyse de la roche. L'orthose de première

(1) Potier. — Réunion extraordinaire à Fréjus. B. S. G. t. V. 2<sup>e</sup> série.

consolidation est si rare que l'on peut sans crainte d'erreur, considérer les bases comme provenant des inclusions : Nous avons obtenu :

Perte au feu	4,53
SiO <sup>2</sup>	76,66
Al <sup>2</sup> O <sup>3</sup>	12,76
F <sup>2</sup> O <sup>3</sup>	2,99
Ca O	0,26
MgO	0,31
Alcalis par différence	5,49
	<hr/> 100,00

Les inclusions ont donc une composition analogue à celle d'une pâte pétrosiliceuse.

Fig. 2.



Abordons maintenant l'étude des globules ne présentant que des zones concentriques. La figure représente l'un de ces globules vu en lumière naturelle. Comme on peut le constater ces globules sont formés de cristaux de quartz microgranulitique orientés d'une façon quelconque. Ils ne diffèrent des cristaux constituant la masse de la roche que par la répartition des inclusions solides. Celles-ci absolument identiques à celle des autres cristaux de la roche, au lieu d'être disposées sans ordre, forment des traînées concentriques plus ou moins complètes. Absolument amorphes, elles présentent les caractères de corpuscules enchaînés mécaniquement lors de la cristallisation du quartz. Or si l'on admet l'origine éruptive de ces roches, c'est-à-dire si l'on admet que le quartz se soit formé par cristallisation dans une masse plus ou moins liquide renfermant les substances entrant dans la composition des inclusions, il nous semble naturel de s'appuyer sur les expériences de Sorby pour expliquer la disposition en couches concentriques des inclusions. Les expériences de



cet auteur, faites dans le but d'éclairer le mode de formation des roches éruptives, portent comme principales conclusions que les inclusions sont d'autant plus petites et plus nombreuses que la cristallisation est plus rapide. Les globules se formant du centre à la périphérie, si la vitesse de cristallisation est suffisante, la substance ambiante sera entraînée sous forme d'inclusions se disposant sur toute la surface actuelle du globule, si la même vitesse vient à diminuer le quartz cristallisera sans qu'il se forme d'inclusion. Des variations dans la vitesse de cristallisation détermineront donc la formation de couches de quartz alternativement pure et rempli d'inclusions.

Tout revient donc à expliquer les variations dans la vitesse de cristallisation. Or cette vitesse dépend de la richesse en silice, de la vitesse de refroidissement et de l'influence de certaines circonstances, de certains agents minéralisateurs encore inconnus. Nous ne pouvons faire intervenir ces circonstances, ces agents minéralisateurs ; voyons donc si l'intervention des deux autres facteurs ne suffit pas. La pyroméride se présente en masses trop considérables pour que l'on puisse admettre dans son sein des variations de refroidissement.

Mais il est facile de comprendre que la formation même des globules entraîne des variations dans la richesse en silice du milieu cristalligène.

Remarquons en effet qu'en s'accroissant un globule diminue la richesse en silice du milieu environnant et que par suite la vitesse de cristallisation elle-même diminue. La vitesse d'abord suffisante pour déterminer la formation d'inclusions, devient trop faible, et à une couche contenant des inclusions, succède une couche n'en renfermant pas. Si dans la suite le globule est entraîné dans d'autres points de la masse, il se retrouvera dans un milieu ayant la richesse primitive et la même succession de phénomènes se reproduira. La structure à zone concentrique serait donc en définitive le résultat du déplacement des globules, déplacement nettement affirmé par leur disposition en traînée.

Abordons maintenant l'étude des sphérolites présentant à la fois la structure concentrique et radiée. M. Michel Lévy, les décrivant, en parle en ces termes :

« On peut très bien voir à l'œil nu dans cette belle roche globuleuse que les sphérolites se groupent en général suivant une direction déterminée ; c'est une trace du mouvement fluidal.

» Souvent incomplets et juxtaposés par parties inachevées, les sphérolites paraissent en outre avoir été quelque peu disloqués depuis la consolidation ; ils englobent des cristaux anciens de quartz et de

sanidine en débris et sont moulés par l'excès de pâte dont nous avons parlé plus haut. Il est très visible que les fissures perlitiques sont postérieures aux sphérolites ; comme nous l'avons déjà fait remarquer, elles leur sont tangentes et quand la place manque elles se dévient pour se compléter.

» Les fines granulations brunes qui dessinent la structure radiale des globules, se concentrent sensiblement à la périphérie de chaque zone circulaire d'accroissement.

» Les fentes de retrait qui séparent les accroissements concentriques d'un même globule, et les fines fissures qui le traversent, sont remplies de calcédoine, les sphérolites sont d'ailleurs accolés à des veines d'agate herborisée.

» Sous les nicols croisés, l'agate se pare de brillantes couleurs et se montre semée de petits points brillants ; elle prend une teinte générale d'un gris bleuâtre ; la matière finement radiée et ponctuée des globules s'ombre en forme de houppes chevauchant les unes sur les autres. Quant à la pâte qui englobe les sphérolites, elle est traversée par une multitude de veinules de calcédoine, souvent accolées aux fissures perlitiques ; c'est une pâte analogue à celle du pechstein précédent, quoique plus finement grenue. »

Nous avons représenté un de ces globules différant totalement des globules à zones concentriques que nous avons décrits plus haut. La coupe est vue en lumière polarisée, les nicols étant parallèles ; mais l'introduction de la lumière polarisée ne change pas la couleur du globule qui est brun rougeâtre. Il est traversé par plusieurs fissures dont l'une plus large, le partage nettement en deux parties. Ces fissures sont remplies de calcédoine divisée suivant la longueur de la fissure, en zones jaune clair du plus bel effet. Les nicols étant à l'extinction, on constate que la bande de calcédoine se décompose au point de vue optique, en parties nombreuses appartenant à des sphères différentes. Celles-ci sont d'ailleurs très incomplètes et l'on ne voit qu'une ou deux branches de croix noire. Certaines de ces fissures, comme l'a observé M. Michel Lévy, se prolongent tangentiellement entre deux zones circulaires.

Le globule présente une partie centrale nettement radiée donnant une croix noire entre les nicols à l'extinction ; elle est formée d'une substance incolore et transparente renfermant deux sortes d'inclusions : les unes incolores, très allongées radialement, les autres brunes ponctiformes, en tout semblables à celles des globules à zones concentriques. Elles ne se distinguent de ces dernières que par leurs dimensions beaucoup plus exiguës et leur disposition en files radiales. Vient ensuite une première zone circulaire plus claire, essentielle-

ment composée, comme la partie centrale, mais dont les inclusions brunes moins nombreuses forment des files moins régulières ; on y constate en outre la présence de petits cristaux de quartz orientés d'une façon quelconque. La seconde zone est identique en tout à la partie centrale, mais la troisième, au premier abord, semble constituée tout différemment.

Fig. 3.



La première zone offre heureusement une structure intermédiaire entre celle de la partie centrale et celle de la zone que nous considérons. Celle-ci est formée de quartz microgranulitique dont les cristaux sont parfaitement individualisés et orientés dans tous les sens. Dans la première zone, la silice avait déjà une tendance à cristalliser, comme l'indique la présence de petits cristaux de quartz ; dans la troisième, l'état cristallin l'emporte complètement sur l'état colloïde. Les cristaux sont traversés par des files radiales d'inclusions, moins nombreuses, plus espacées et moins régulières que dans les zones précédentes ; par contre les inclusions y ont de plus grandes dimensions. Là s'arrête le globule autour duquel on distingue d'autres globules plus petits et le plus souvent imparfaits.

Donc, à l'exception des zones concentriques, ces globules diffèrent complètement des globules de la pyroméride proprement dite ; ils rentrent dans la catégorie des sphérolites à quartz calcédonieux de MM. Fouqué et Michel Lévy. Cependant nous ferons remarquer que la structure de la troisième zone établit un passage très net entre ces globules radiés et les premiers globules étudiés.

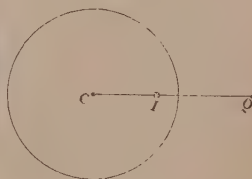
La structure des globules à croix noires étant très complexe, on rencontre de grandes difficultés dans l'explication de leur mode de formation. Les expériences de Sorby peuvent, sinon fournir cette explication, du moins jeter un certain jour sur la question. Il est d'abord intéressant de remarquer que la cristallisation de la silice est accompagnée d'une diminution dans le nombre des inclusions et d'un accroissement dans leur dimension ; de là semble résulter que cette cristallisation a été le résultat d'une diminution dans la vitesse d'accroissement du globule.

En second lieu la structure en zones concentriques peut recevoir l'explication donnée plus haut, à propos des autres globules. Mais là où réside la difficulté, c'est dans l'explication de la disposition des inclusions en files radiales. Delesse, expliquant la formation des roches globuleuses (1), admettait une répulsion entre les molécules de silice et les molécules de la substance feldspathique formant les inclusions. Sans aller si loin, on peut remarquer qu'il résulte de la cristallisation même, par dissolution, que la molécule d'un corps cristallisant attire plus fortement les molécules de même espèce que les autres molécules. En outre, si la vitesse de cristallisation augmente dans certaines circonstances au delà de toutes limites, c'est que la différence d'attraction augmente elle-même au delà de toutes limites. Or si l'on se rappelle que les inclusions sont disposées en files d'autant plus régulières qu'elles sont plus petites, il semble naturel de rechercher la cause de la disposition en files dans un accroissement de vitesse dans la formation du globule.

Fig. 4.



Fig. 5.



Considérons en effet un globule en voie de formation, renfermant une inclusion I. Une molécule de silice Q du milieu ambiant subira de la part du globule une attraction moindre si elle est située sur le rayon C T que si elle est située sur un autre rayon ne rencontrant pas d'inclusion. Cette différence, négligeable si la vitesse de formation est petite, doit entrer en ligne de compte si cette vitesse est considérable. Donc le globule augmentera plus rapidement suivant les

(1) Delesse, *loc. cit.*



rayons ne rencontrant pas d'inclusions ; autrement dit, il se formera de nouvelles inclusions suivant les rayons passant par des inclusions déjà existantes, et les inclusions seront disposées en série radiales.

Cette théorie que nous venons d'exposer, concorde d'ailleurs parfaitement avec d'autres observations. La disposition en files radiales s'observe dans les sphérolites à croix noires et dans les sphérolites de quartz globulaire. Or, comme nous l'avons déjà fait remarquer, dans les pyromérides de l'Esterel, les sphérolites à croix noires se trouvent toujours en relations avec une pâte vitreuse ; quand la roche offre une structure microgranulitique, les globules offrent simplement des zones concentriques.

Or on admet généralement que l'état vitreux est le résultat d'une solidification trop rapide pour permettre la cristallisation. D'autre part, pour ce qui concerne les sphérolites de quartz globulaire, on a constaté que les roches les renfermant étaient des variétés de microgranulite formant non pas des massifs, mais des coulées et se présentant par conséquent dans des conditions où la solidification a dû être rapide.

M. Bergeron fait la communication suivante :

### Réponse au Dr Frech de Halle,

par M. J. Bergeron.

Vers le milieu de l'année dernière, a paru dans le *Zeitschrift* de la Société géologique de Berlin, une étude du professeur Frech de Halle sur les formations paléozoïques de Cabrières (1). Comme M. de Rouville en a donné ici même une analyse(2), je pense que les membres de la Société sont au courant de ce travail. Je crois donc inutile de l'analyser de nouveau ; je me contenterai de répondre aux critiques qui me sont adressées dans cette note et de discuter les opinions de mon contradicteur (3).

(1) Die Palaeozoischen Bildungen von Cabrières (Languedoc). *Zeitschrift der d. Geol. Gesellschaft*, 1887, p. 360.

(2) *Bull. Soc. Géol.*, 3<sup>e</sup> série, t. XVI, p. 64.

(3) J'avais espéré que le travail plus développé sur Cabrières, que M. Frech annonçait dans l'ouvrage en question, paraîtrait avant ma réponse ; aucune note n'étant venue indiquer que l'auteur avait modifié sa manière de voir, je reproduis les critiques que j'ai faites dans la séance du 7 mai 1888. — Voir pour plus de détails, sur les terrains paléozoïques de la Montagne Noire, le t. XXII des *Annales des Sciences géologiques*.

Les assises paléozoïques les plus anciennes dont il soit fait mention dans le travail précédemment cité correspondent aux schistes inférieurs aux Grès armoricains, à ceux que j'ai rapportés à l'Arenig inférieur. Les fossiles, plus ou moins bien conservés, (*Orthis*, *Asaphus*) qu'on y a trouvés, indiquent une faune différente de celle des Grès armoricains ; dès lors, il me semble qu'il n'y a pas lieu de réunir ces schistes et ces grès en une seule assise, comme le fait M. Frech ni surtout de dire que les Grès armoricains constituent un passage du Cambrien au Silurien. Cela peut être vrai pour l'ensemble d'assises que l'on désigne ainsi en Normandie et en Bretagne, mais dans le Languedoc, la présence des schistes de Cassagnoles au-dessous des Grès armoricains me semble parfaitement concluante. Il est vrai que M. Frech s'en est tenu pour établir ses horizons, uniquement à ce que l'on observe dans la commune de Cabrières, où il est assez difficile de reconnaître l'individualité de ces schistes inférieurs.

Dans l'horizon des Grès armoricains, j'ai signalé la présence, à Fayroles, de la *Lingula crumena* Phill. d'après un exemplaire que m'avait communiqué M. le prof. Collot. M. Frech fait remarquer avec raison que ce fossile se rencontre en Angleterre à un niveau plus élevé de la série silurienne et il en conclut qu'il ne faut accepter ma détermination qu'avec plusieurs points de doute. De ce qu'un fossile apparaît dans une région à un certain niveau, ne peut-il apparaître dans une autre région à un niveau inférieur ? D'ailleurs, cette même espèce a été signalée par Davidson dans les Grès armoricains de la Sarthe (1) et le fossile que j'ai entre les mains présente les caractères des individus que Davidson a représentés fig. 4. et 7. De plus j'ai comparé mon exemplaire à celui figuré par Phillips (2) et j'ai pu constater qu'il y avait bien identité. Depuis, j'ai retrouvé cette espèce à Boutoury. Je crois donc être en droit de maintenir ma première détermination de *Lingula crumena*.

Dans la coupe qu'il donne du Pic de Bissois (p. 383), M. Frech rapporte les schistes de la face méridionale, ainsi que les calcaires dits à colonnes par M. de Rouville, et les bancs de lydienne de cette même face du Pic à la partie inférieure du Silurien moyen. Les schistes doivent être rapportés définitivement à la base de l'Anthracifère ; quant aux calcaires à colonnes et aux bancs de lydienne,

(1) Guillier. Note sur les lingules du Grès armoricain de la Sarthe avec description et figures des espèces par M. Th. Davidson, *Bull. Soc. Géol.* 3<sup>e</sup> série, t. IX, p. 373, pl. VII.

(2) *Memoirs of the geological Survey of Great Britain*, t. II, p. 369, pl. XXIV, 1858,

ils ne reposent pas sur ces schistes anthracifères, mais il y a placage des schistes contre ces assises. Celles-ci n'appartiennent pas d'ailleurs au Dévonien supérieur, comme le pense M. de Rouville; dans les environs de Faugères, en effet, comme dans bien d'autres points de la Montagne Noire, ils sont recouverts par toute la série dévonienne et ils représentent la base du Dévonien.

M. Frech, qui s'en rapporte sans doute à des renseignements qui lui ont été donnés sur le gisement à Orthis que j'ai signalé du côté de Faugères (1), déclare que ce niveau, au lieu d'être dévonien comme je l'ai dit, appartient à l'assise supérieure du Silurien moyen. S'il avait vu par lui-même cette région, il eût été moins affirmatif sur l'âge de ce gisement qui appartient probablement aux schistes inférieurs de l'Anthracifère.

Nous différons complètement de manière de voir, M. Frech et moi, relativement aux étages inférieur et moyen du Dévonien. D'après le savant professeur de Halle, je me serais laissé prendre à une superposition apparente et j'aurais rapporté au Dévonien moyen les assises du Dévonien inférieur. Pour défendre mon opinion, je citerai d'abord ce qu'a écrit M. Frech lui-même. D'une manière générale, il admet que tout le Dévonien inférieur est représenté par une dolomie qu'il signale à la Combe Izarne ainsi que dans les collines de la Serre, de Bataille, de Tourière, de Ballerades et de Japhet (Est). En cela nous sommes d'accord. Mais le Pic de Bissous, selon le même auteur, se distingue de toutes les autres localités, aussi bien au point de vue tectonique que stratigraphique. Dans le calcaire blanc de ce dernier massif, il voit la partie moyenne du Dévonien inférieur et il l'assimile à l'étage <sup>f</sup>2 de Barrande (2), parce que « la plupart des fossiles qu'il a trouvés sont identiques à des espèces de cet étage de Bohême ou bien qu'ils en sont très voisins ». Cependant, dans cette assise qu'il rapporte au Dévonien inférieur, M. Frech reconnaît lui-même qu'il y a quelques formes *remarquables*, très voisines, sinon identiques à des espèces du Dévonien moyen, et il constate avec étonnement que ces mêmes espèces du Dévonien moyen ne se retrouvent pas dans les calcaires qu'il considère comme appartenant à ce dernier étage. On verra plus loin qu'il ne peut pas en être autrement.

(1) *Bull. Soc. Géog.* 3<sup>e</sup> série, t. XV. p. 373.

(2) Je ne discuterai pas ici l'opinion d'après laquelle les assises supérieures du Silurien de Bohême que Barrande désignait par les lettres F, G, H, corresponderaient aux étages inférieur et moyen du Dévonien; je me contenterai d'examiner le cas particulier de Cabrières et les assimilations faites par mon savant contradicteur.

Dans la liste de 35 fossiles que le professeur de Halle donne de cet horizon, il y en a neuf qu'il rapporte à des espèces nouvelles ou non dénommées, huit autres sont douteuses, deux appartiennent au Dévonien moyen ou supérieur, enfin cinq sont des variétés ou des espèces très voisines de celles du niveau *f*<sup>2</sup> de Bohême; il reste donc neuf espèces que M. Frech assimile franchement à celles de ce dernier niveau.

Les espèces nouvelles ou non dénommées ne pouvant être d'aucun secours pour la détermination de l'âge de ces calcaires, je les laisserai de côté.

Parmi les huit formes douteuses, il faut citer *Cheirurus gibbus* Beyrich. Cette espèce a été signalée par Barrande dans les assises *f*<sup>1</sup> et *g*<sup>1</sup> et par les frères Sandberger dans le Dévonien moyen; mais si l'on compare les figures données par Barrande (1) à celle donnée par ces derniers auteurs (2), on reconnaît qu'il y a là deux espèces distinctes. A laquelle de ces deux formes, M. Frech rapporte-t-il les fossiles qu'il a trouvés dans les calcaires blancs du pic de Bissous? il ne le dit pas. Quant à moi, je n'y ai rencontré aucune d'entre elles, mais une forme que je crois nouvelle et à laquelle j'ai donné le nom de *Cheirurus Lenoiri* (3). M. Frech signale encore parmi les espèces douteuses *Rhynchonella protracta* Sow. du Dévonien moyen.

La plupart des autres espèces douteuses appartiendraient au Dévonien inférieur, mais je ne crois pas qu'il faille en tenir compte pour la détermination de l'âge de ces couches puisqu'elles sont douteuses.

Quant aux fossiles du Dévonien moyen ou du Dévonien supérieur, « ils appartiennent à des types bien caractérisés du Dévonien moyen du Rhin et ne possèdent aucune parenté avec les types du Dévonien de Bohême. » Ces espèces sont les suivantes : *Pentamerus globus*, Bronn, *Spirifer* cf. *simplex*, Sow.

A propos des cinq formes voisines d'espèces de l'horizon *f*<sup>2</sup>, je crois bon de noter quelques remarques de M. Frech lui-même : « Les *Goniatites* sont des espèces nouvelles dont les formes les plus voisines se rencontrent en Bohême et dans l'Allemagne occidentale, dans le Dévonien inférieur et moyen. *Goniatites* (*Mæneceras*) n. sp. semble être d'un niveau assez élevé, car il est voisin du *Goniatites* (*Mæneceras*) *Decheni* Beyrich qui provient du minerai de fer de Brilon dans le calcaire supérieur à Stringocéphales. De plus, la présence

(1) Sys. silurien de la Bohême. T. I, pl. XXXX, fig. 35-39; pl. XXXXI, fig. 17-27, pl. XXXXII, fig. 12-15.

(2) Verstein. Nassau. pl. II, fig. 2, 20.

(3) Bull. Soc. Géol., 3<sup>e</sup> série, T. XV, p. 379.



d'un nouveau *Tornoceras*, voisin du *Goniatites mithrax* Hall a une certaine importance. Ce genre commence en Europe avec une seule espèce (*Tornoceras circumflexifer*) dans les schistes du Dévonien moyen de Wissenbach, tandis que la forme américaine en question se rencontre dans l'assise supérieure du Dévonien inférieur (groupe supérieur d'Helderberg). »

Quant aux espèces assimilées franchement à celles de l'assise f<sup>2</sup>, M. Frech dit les avoir comparées à des exemplaires venant directement de Bohême.

Bien que j'aie eu entre les mains un très grand nombre d'exemplaires recueillis soit par M. Escot, soit par moi dans ces calcaires blancs du Pic de Bissous, je n'en ai trouvé qu'un très petit nombre d'assez bien conservés pour permettre d'y reconnaître des caractères spécifiques ; le plus souvent les fossiles sont comprimés tantôt dans un sens, tantôt dans un autre. La plupart des espèces déterminables sont nouvelles ; cependant il y a un grand nombre d'exemplaires présentant les caractères de *Rhynchonella subcordiformis* Schnur (1) et encore de *Spirifer euryglossus* Schnur (2).

On y rencontre en plus des valves dorsales d'un Pentamère qui pourrait bien être le *Pentamerus globus* Bronn. et un *Spirifer* présentant quelque affinité avec *Spirifer simplex*.

Les espèces de trilobites sont toutes très voisines des formes des mêmes genres que l'on trouve dans le Dévonien moyen du Harz ; mais cependant je ne crois pas pouvoir faire autrement que de les distinguer sous des noms spécifiques différents. Quant aux assimilations admises par M. Frech, avec les espèces figurées par Barrande comme provenant du niveau f<sup>2</sup> de Bohême, j'avoue ne pouvoir les faire. Je reconnais bien quelques formes voisines de celles citées par mon contradicteur, mais elles présentent toujours, selon moi, trop de différences avec les types de Barrande, pour qu'on puisse les identifier.

Peut-être M. Frech comprend-il l'espèce dans un sens plus large que moi ; c'est sans doute pour cette raison qu'il me critique d'avoir donné des noms nouveaux à *Cheirurus gibbus* Beyr. et à deux variétés de *Phacops fecundus* Beyr. ; mais je crois, et en cela je suis d'accord avec de nombreux stratigraphes et même avec bien des paléontologistes, qu'il faut tenir compte des moindres différences dans les caractères des fossiles, une simple variété pouvant avoir une très réelle importance, si elle caractérise un horizon. D'ailleurs ainsi que

(1) Mes exemplaires sont comparables à la forme représentée par Schnur, pl. XXV, fig. 6<sup>a-d</sup>. *Palæontographica*, t. III.

(2) Schnur, pl. XXXVI, fig. 5<sup>a-d</sup>. *Palæontographica*, t. III.

je l'établirai plus loin, M. Frech est peut-être encore moins à l'abri que moi du reproche que l'on pourrait m'adresser de faire trop de divisions dans un même groupe correspondant pour certains auteurs à une seule espèce.

La présence dans ces calcaires blancs des espèces précédemment citées qui appartiennent au Dévonien moyen ou à la partie inférieure du Dévonien supérieur, me conduit aux mêmes conclusions que j'avais déjà exposées après un examen superficiel de cette faune : Les calcaires blancs du Pic de Bissous représenteraient le Dévonien moyen, mais ce serait un faciès spécial. Il est à remarquer, en effet, que les fossiles ne sont pas disséminés dans ces calcaires blancs, mais qu'ils ne se trouvent que par places, dans des sortes d'amandes, plus cristallines que le reste de la roche.

Les trilobites et surtout les goniatites y sont peu nombreux ; au contraire les brachiopodes et les débris de polypiers y sont très abondants.

Cette faune ainsi que le faciès des sédiments me porte à considérer ces dépôts comme étant des accidents pour ainsi dire *sub-coralliens* au milieu des couches calcaires du Dévonien moyen. Je ne veux pas dire que ces dépôts soient des récifs ; ils sont le résultat du démantèlement de récifs dont je n'ai pu encore reconnaître la position exacte, mais qui devaient se trouver dans le voisinage.

De la description que Barrande donne de son étage F (1), on peut conclure que le nombre des trilobites et des mollusques y est fort réduit ; au contraire les brachiopodes y atteignent leur maximum de développement ; les zoophytes y sont en croissance, et les débris d'encrines y sont très abondants. La roche est un calcaire blanc très cristallin. Le faciès et la faune correspondent à des dépôts coralliens et il semble bien qu'à Konieprus on ait également affaire au résultat du démantèlement de récifs.

Un accident de même nature pourrait bien s'être produit en Normandie du côté de Portbail. M. A. Bigot (2) a signalé à Baubigny, à la base d'une série d'assises du Dévonien inférieur, comparable à celle de Néhou, l'existence d'un calcaire gris cristallin dans lequel se montrent de nombreux débris d'encrines et de polypiers. Les brachiopodes y sont très nombreux et M. Bigot y a reconnu quelques formes très voisines de celles figurées par Barrande dans l'étage F.

De tous ces faits on peut conclure que lorsque le faciès coralligène

(1) Système silurien du centre de la Bohême, t. I, p. 73.

(2) Note sur le terrain dévonien des environs de Carteret et de Portbail. — *Bull. Soc. Linn. de Normandie*, 4<sup>e</sup> série, t. I, p. 339.

se rencontre dans le Silurien comme dans le Dévonien, il apparaît aussitôt une faune spéciale qui garde sensiblement les mêmes caractères à quelque époque qu'elle se montre. C'est d'ailleurs ce que l'on a pu observer dans les dépôts de même origine de la période secondaire.

Sur ce calcaire blanc qu'il considère comme l'assise moyenne du Dévonien inférieur, M. Frech admet un autre horizon : « le calcaire siliceux de Bissounel », qui terminerait cet étage.

Ce calcaire de Bissounel, renfermerait une espèce nouvelle caractéristique : *Phacops Escoti*. D'après la figure donnée par l'auteur, c'est le *Phacops Potieri* Bayle (1) ou *Phacops occitanicus* de Tromelin et de Grasset (2). Les exemplaires de cette espèce partout où on les rencontre sont de tailles très variables; mais c'est à Bissounel qu'ils atteignent leurs plus grandes dimensions.

Outre ce *Phacops* que M. Frech rapproche du *Phacops Bœcki* Barr. de Bohême, il y a encore un certain nombre de polypiers identiques à ceux qu'il signalera dans son Dévonien moyen. M. Escot a trouvé dans ce gisement *Bronteus meridionalis* et M. Frech lui-même y a recueilli : *Pentamerus Ohlerti*, var. *Languedocianus* et une variété du *Spirifer Cabedanus* « qui se distingue légèrement de la forme du Dévonien moyen. » De plus, ainsi que l'auteur le dit lui-même, « la roche et le faciès des couches du petit Bissounel se rapprochent surtout du Dévonien moyen ». Enfin, ces couches sont supérieures à d'autres dans lesquelles on trouve le *Calceola sandalina*, ce que l'auteur n'a point remarqué. Il n'y a donc pas lieu de distinguer ce calcaire de Bissounel de celui dont M. Frech fera son Dévonien moyen. Cependant, il terminerait pour lui le Dévonien inférieur qui se composerait : à la base d'une dolomie puissante, dans sa partie moyenne d'un calcaire blanc cristallin qui ne se rencontrerait qu'au Pic de Bissous et enfin dans sa partie supérieure d'un calcaire siliceux dit du petit Bissous ou de Bissounel.

Cette série est celle que M. de Rouville a déjà signalée en s'appuyant uniquement sur la stratigraphie : pour ce dernier auteur, le calcaire blanc du Pic de Bissous serait inférieur au calcaire de Bissounel. Au point où il cite la superposition comme visible, il y a contact par faille : les deux assises en question sont presque verticales et elles sont juxtaposées de telle façon que leur plongement

(1) *Explication de la carte géologique de la France*. Atlas, t. IV, pl. IV, fig. 7, 10.

(2) Cette espèce faite par MM. de Tromelin et de Grasset en 1878 sans diagnose ni figure (*Assoc. franç. pour l'avanc. des Sc.* Session du Havre 1878) a été figurée pour la première fois en 1886 par M. Barrois : (*Ann. Soc. Géol. du Nord*, t. XIII, p. 75, pl. I, fig. 1), mais c'est la même forme que celle figurée par M. Bayle en 1878. C'est donc à cette dernière qu'il faut donner la priorité.

étant le même, elles semblent être superposées. Mais, en s'avancant vers le nord-est, on ne tarde pas à voir que les calcaires dits de Bissounel gardent sensiblement le même plongement tandis que les calcaires blancs changent peu à peu, et quand on arrive au lieu dit « la Canale de Bissounel », ils plongent vers l'Est tandis que les calcaires de Bissounel plongent toujours vers l'Ouest. Cette différence d'allures rend alors la faille très nette ; mais elle est déjà très sensible au point où le calcaire blanc change de plongement. Là, on peut voir les calcaires à *Goniatites intumescens* du Dévonien supérieur reposant sur le calcaire blanc et se trouvant en contact avec le calcaire de Bissounel. Ces changements de plongement correspondent à un pli anticlinal qui a été coupé de biais par la faille qui a amené en contact l'étage inférieur et les étages moyen et supérieur du Dévonien.

La superposition des couches est pour moi l'inverse de ce que mes contradicteurs ont signalé, c'est le niveau du calcaire blanc qui est supérieur au calcaire de Bissounel à *Phacops Potieri*. Au Pic de Bissous ; où les couches sont plissées, la chose n'est guère visible ; mais dans la Combe Izarne, où au contraire les assises ont une allure régulière, on trouve sur le calcaire à polypiers siliceux ou calcaire de Bissounel, un calcaire gris cristallin n'ayant guère plus de 3 mètres d'épaisseur renfermant très peu de fossiles ; cependant j'y ai recueilli avec M. Escot de petites térébratules d'espèce nouvelle que j'avais déjà trouvées au Pic. Ce niveau correspond au Calcaire blanc du Pic et il est lui-même recouvert par le Dévonien supérieur à *Goniatites intumescens*. La stratigraphie vient donc en ce point confirmer les données de la paléontologie.

Cet horizon du calcaire à polypiers siliceux renferme une faune bien caractérisée qui a été étudiée par M. Barrois et qui permet de l'assimiler à des couches dont la présence a été reconnue en bien des points. C'est l'horizon à *Spirifer cultrijugatus* qui fait partie pour les uns du Dévonien inférieur, tandis que pour les autres, il appartient déjà au Dévonien moyen. M. Frech est de ce dernier avis. Je ne discuterai pas cette opinion que d'ailleurs je n'attaque pas.

Bien que le *Spirifer cultrijugatus* y soit assez rare, je considère cependant ces calcaires marneux comme appartenant à cet horizon à cause de l'association d'espèces qu'on y rencontre et qui en est tout aussi caractéristique que peut l'être la présence du *Spirifer cultrijugatus*. Dans cet ensemble des calcaires à polypiers, on peut reconnaître, selon moi, deux horizons distincts : à la base, se rencontre le *Calceola sandalina* avec d'autres polypiers ; à la partie supérieure apparaissent les trilobites et la plupart des brachiopodes. Les espèces les plus communes sont *Phacops Potieri*,



*Bronteus meridionalis*, *Pentamerus Oehlerti*, *Spirifer Cabedanus*, etc.

Pour M. Frech, ainsi que je l'ai dit, tout cet ensemble constitue le Dévonien moyen. Il y fait trois zones : La zone inférieure, qu'il désigne sous le nom de « Marne du val d'Izarne » est caractérisée par la présence de *Calceola sandalina* et *Spirifer cultrijugatus*. Le niveau moyen dit « Schistes de Ballerades » ne renferme plus aucune de ces deux espèces, mais on y rencontre un grand nombre de polypiers dont plusieurs seraient spéciaux tandis qu'on y retrouverait des espèces de l'horizon suivant. C'est là qu'apparaîtraient *Phacops occitanicus*, *Bronteus meridionalis*, *Pentamerus Oehlerti*, var. *Languedocianus*, *Rhynchonella (Uncinulus) Orbignyana*. Ce sont bien les deux horizons que je reconnais moi-même dans le calcaire à polypiers, mais il m'est impossible d'admettre le niveau supérieur du professeur de Halle. En effet, celui-ci n'est autre pour moi que son niveau moyen. Il est vrai que M. Frech y signale (p. 414) l'apparition de formes nouvelles de polypiers, mais, ainsi qu'il le dit lui-même (p. 375), les mêmes espèces de trilobites et de brachiopodes signalées dans son niveau moyen s'y retrouvent toutes. Les distinctions que fait M. Frech reposent surtout sur la présence ou l'absence de certaines espèces de polypiers. Tout en reconnaissant la grande compétence de mon savant contradicteur, je ne puis, je l'avoue, avoir une confiance absolue dans ces distinctions surtout quand, dans les trois assises du Dévonien moyen de M. Frech, se retrouve la même faune de trilobites et de brachiopodes. D'ailleurs, les polypiers subissent plus que tout autre groupe les influences locales, et, par suite, des variations dans la faune madréporique correspondent plutôt à de faibles modifications dans les conditions physiologiques, c'est-à-dire à un changement de faciès, qu'à un changement d'étage qui, d'ordinaire, s'accompagne de modifications importantes dans toute la faune.

Je ne puis discuter les espèces nouvelles puisqu'elles ne sont pas figurées, mais ce qu'il y a de certain, c'est que dans la colline de Bataille où M. Frech prend son type de l'horizon supérieur, on ne peut établir aucune division dans la série d'assises qui constitue la partie supérieure du Calcaire à polypiers siliceux. Ce sont les mêmes fossiles que l'on rencontre dans les dernières comme dans les premières assises. Quant au *Phacops latifrons* dont M. Frech signale la présence dans ce niveau supérieur, il est bien probable que c'est encore le *Phacops Potteri* qui a été pris déjà si souvent pour ce premier trilobite (1).

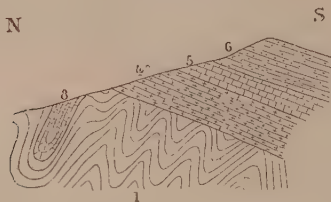
(1) V. Oehlert. Etudes sur quelques fossiles dévoniens de l'ouest de la France. — Ann. des Sc. géol., t. XIX, art. n° 1, p. 4.

Si maintenant on se reporte à ce que j'ai dit plus haut à propos du calcaire siliceux de Bissounel, on verra que ce dernier horizon mis par M. Frech dans le Dévonien inférieur, présente les mêmes caractères paléontologiques et stratigraphiques que l'horizon moyen du Dévonien moyen de ce dernier auteur. Dès lors, je ne crois pas nécessaire de l'en séparer et il rentre dans le calcaire à polypiers.

Dans le Dévonien supérieur, M. Frech admet un niveau inférieur à *Gon. forcipifer*, un niveau à *Gon. intumescens*, un autre à *Gon. retrorsus* (avec variétés), enfin un dernier niveau à Clyménies. Dans une première note j'avais indiqué le niveau à *Gon. retrorsus* (avec variétés) comme étant le plus inférieur ; à la suite de mes dernières études je pense qu'il faut définitivement admettre l'ordre inverse ; le niveau à *Gon. intumescens* formerait la base du Dévonien supérieur, puis viendrait le niveau à *Gon. retrorsus* et *Cardium palmatum*, enfin le calcaire à Clyménies resterait toujours le dernier terme de l'étage supérieur. Le niveau à *Gon. forcipifer* ne me paraît pas devoir être séparé du calcaire à *Gon. retrorsus* car j'ai retrouvé dans les assises supérieures au calcaire à *Gon. intumescens* les mêmes formes que M. Frech signale au dessous de ce dernier dessin.

La plus grande divergence d'opinion qui existe entre mon contradicteur, et moi est relative à une notion de faciès qu'il a introduite par suite d'une erreur stratigraphique. Au monticule de Japhet, M. Frech a relevé la coupe suivante (1) :

Fig. 1. — Colline de Japhet. Partie occidentale, d'après M. Frech.

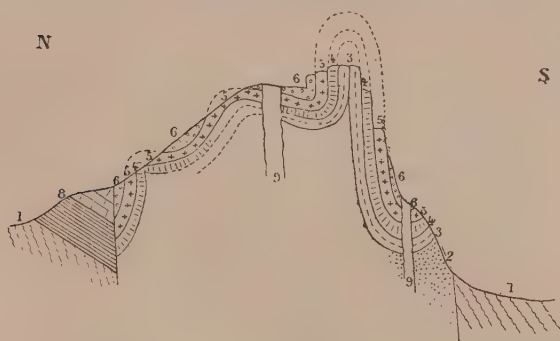


- 1. — Schistes du Silurien inférieur (Faune seconde).
- 4c. — Dolomie du Dévonien supérieur, partie supérieure.
- 5. — Calcaire noir en plaquettes et schistes avec goniatites de la partie inférieure du Dévonien inférieur.
- 6. — Calcaire gris de la partie moyenne du Dévonien supérieur à *Phacops fecundus*
- 8. — Calcaire carbonifère.

(1) Op. cit. p. 383.

M. Frech trouvant sur le calcaire de la partie inférieure du Dévonien supérieur un horizon qui par sa position apparente devait correspondre au niveau moyen en fait un faciès spécial, un *faciès à trilobites*. Le trilobite que l'on rencontre dans ce niveau est encore pour M. Frech le *Phacops fecundus*, mais comme il se trouverait dans la partie supérieure du Dévonien, il deviendrait une *mutatio supradevonica*. Si M. Frech, qui cependant a été à même de voir bien des plis dans les Alpes, avait tenu compte de l'allure réelle des couches à ce monticule de Japhet, il eut évité ainsi de donner au *Phacops Potieri* un nouveau nom spécifique dont il n'avait certes pas besoin. L'allure des couches est la suivante :

Fig. 2 — Colline de Japhet. — Partie occidentale.



1. — Silurien moyen.
2. — Dolomie du Dévonien inférieur.
3. — Calcaire à polypiers siliceux et *Phacops Potieri*.
4. — Calcaire gris (*Devonien moyen*).
5. — Calcaire à *Gon. intumescens*.
6. — Calcaire à *Goniatites* ferrugineuses.
8. — Antracifère (schistes et calcaire).
9. — Filon de quartz.

Il y a là une série de plis synclinaux et anticlinaux dont certaines parties ont disparu par suite d'érosions, ce qui complique singulièrement l'étude de cette colline. De plus, des filons de quartz sont venus modifier la structure des calcaires qu'ils ont traversés : ceux-ci sont devenus grenus comme la dolomie du Dévonien inférieur, et au premier abord, on peut les confondre facilement. C'est ce qu'a fait M. de Rouville dans la coupe rectificative de celle de M. Frech

qu'il a donnée dans le Bulletin (1). Dans cette coupe qui, d'ailleurs, tient compte de l'allure des couches, le savant professeur de Montpellier n'a pas cru devoir indiquer les horizons géologiques auxquels on doit les rapporter, mais il figure deux assises dolomitiques qui ne sont que des modifications dans la structure des calcaires dues à deux filons siliceux.

La coupe que je donne explique, sans que j'aie besoin d'entrer dans plus de détails, la présence du *Phacops Potieri* à la partie supérieure du monticule. Dans ces mêmes bancs, j'ai retrouvé, outre le *Phacops Potieri* le *Bronteus meridionalis* : c'est même de ce point que j'ai rapporté mes plus beaux exemplaires. Il n'y a donc pas lieu de voir là un faciès à trilobites du Dévonien supérieur, c'est tout simplement le calcaire à *Spir. cultrijugatus*. Quant au calcaire gris clair qui représente le calcaire blanc du Pic de Bissous, il est très pauvre en fossiles.

M. Frech me reproche d'avoir donné une coupe inexacte du Pic de Bissous : « l'anticlinal aigu que forment les couches dévoniennes du Pic ne répond pas à la réalité des faits : les couches sont horizontales et la présence inattendue du Dévonien supérieur sur les flancs N. et S. doit être expliquée par des failles. » (p. 459) M. de Rouville, tout en n'acceptant pas la coupe donnée par M. Frech n'admet pas non plus mon interprétation de l'allure des couches. Cependant, je reste fidèle à ma première manière de voir et je ne doute pas qu'on ne s'y rallie lorsqu'au lieu d'aborder le Pic par le côté O., on l'abordera par le côté E. en suivant le chemin qui franchit le col de Mourèze. Près du col, on passe brusquement des *Calcaires à colonnes* aux marbres griottes (dernier terme du Dévonien supérieur) qui plongent vers le S. Il y a là une faille qui met ces deux assises en contact. En continuant à monter, on retrouve sous les marbres griottes et plongeant dans le même sens qu'eux, les calcaires à *Goniolites intumescens*, puis le calcaire cristallin blanc du Pic; mais en suivant la crête, on reconnaît que ce calcaire blanc est affecté d'un anticlinal très aigu. A une certaine distance du point culminant du Pic, du côté E, il n'y a plus que le versant septentrional du pli anticlinal, qui ait subsisté; les assises constituant le versant méridional se sont infléchies peu à peu au point d'occuper une position inverse de celle qu'elles occupaient primitivement, elles plongent vers le Nord et elles semblent passer sous le Pic. En longeant la face méridionale, on peut voir ce changement de plongement se prononcer

(1) T. XV. p. 67.



de plus en plus. L'allure des couches dans la partie occidentale explique au premier abord l'interprétation qu'en a donnée M. de Rouville. Quant aux failles successives auxquelles M. Frech a recours, rien ne les justifie, car il y a un renversement des couches produisant une *superposition* anormale et non une *juxtaposition*, comme ce serait le cas s'il y avait eu des failles telles que mon contradicteur les a figurées. La première coupe que j'ai donnée du Pic de Bis-sous, passait à l'Est tandis que celle de M. de Rouville passe à l'Ouest du point culminant ; de là résulte que nos coupes ne peuvent concorder.

Telles sont les réponses que je ferai aux critiques de M. Frech. telles sont aussi les observations que je me permettrai de lui adresser. A voir toutes les discussions dont la région de Cabrières est le sujet, il est bien certain que c'est un des points les plus obscurs du versant méridional de la Montagne Noire ; aussi est-il regrettable que le travail de M. Frech, loin de simplifier l'étude de cette région, soit venu la compliquer davantage.

M. Raulin fait la communication suivante :

*Note pour l'Histoire des Cartes géologiques,*

par M. V<sup>r</sup> Raulin.

A mon retour d'Algérie, j'ai trouvé une note que M. J. Marcou a bien voulu m'envoyer, et qui a paru dans les *Mémoires de la Société d'émulation du Doubs*, séance du 16 avril 1887, avec ce titre : *Sur les cartes géologiques à l'occasion du Mapoteca geologica americana.*

Cette note renferme quelques erreurs qui doivent être rectifiées dans l'intérêt de l'histoire des cartes géologiques.

Tout d'abord, le sieur Lovis Coulon P., dans son ouvrage en deux parties intitulé : *Les Rivières de France*, achevé d'imprimer le 26 avril 1644 (et non 1664), a-t-il publié une carte plutôt minéralogique que géologique sur le royaume de France ?

Dans l'*Explication de la Carte géologique de France* par Dufrénoy et Elie de Beaumont, chap. I<sup>er</sup>. Introduction, p. 16, 1841, on trouve la mention suivante :

« L'idée d'une distribution en quelque sorte méthodique, des matières minérales qui constituent le sol de la France, a été entrevue depuis longtemps. Les traits les plus généraux et les plus simples de cette distribution sont déjà figurés, avec un degré d'exactitude dont on a lieu d'être surpris, dans une petite carte géologique de

» la France, publiée en 1664, par l'abbé L. Coulon, dans un ouvrage  
» spécialement destiné à l'hydrographie. Cette carte, dans laquelle  
» l'auteur indique les limites générales du *granite* et des *terrains se-*  
» *condaïres*, atteste un très bon esprit d'observation et beaucoup de  
» sagacité. »

J'ai moi-même contribué à propager cette opinion en publiant une analyse de ce qui précède, en octobre 1844, dans *Patria*, colonne 403.

Ce que j'aurais pu affirmer, il y a près de trente ans, c'est qu'il n'y a aucune carte dans l'exemplaire des *Rivières de France*, relié en apparence sous l'Empire ou la Restauration, qui m'a été donné vers 1852 par feu Boivin, non plus que dans deux ou trois autres exemplaires que j'ai consultés dans les bibliothèques publiques de Paris. D'ailleurs il n'y est pas fait la moindre allusion dans le texte, ni des 579 pages de la première partie, ni des 595 pages de la seconde partie, non plus que dans les tables détaillées.

L'ouvrage de L. Coulon n'est, à vrai dire, qu'une description des cours d'eau de la France et de la totalité des bassins du Rhin et du Rhône, avec des notices historiques sur les villes qu'ils alimentent. Rarement il y a quelques lignes relatives aux mines, carrières et curiosités naturelles. Mais de géographie physique et surtout de minéralogie, et de géologie, pas le moindre mot. Pas une roche n'y est nommée, pas même le granite qui jouerait un rôle important dans la carte.

Comment l'exemplaire de Dufrénoy renfermait-il une carte, je l'ignore ; mais je suis disposé à croire que celui qui l'avait fait relier y avait inséré la *Carte minéralogique de France*, etc., dressée sur les observations de Guettard, par Dupain-Triel en 1784.

Si, comme cela me semble certain, L. Coulon n'a pas dressé et publié de carte minéralogique, les premières publiées sont celles de Guettard, dont on ne saurait trop admirer le génie précurseur, en présence de sa *Carte minéralogique sur la nature du terrain d'une portion de l'Europe* et surtout de sa *Carte minéralogique où l'on voit la nature et la situation des terrains qui traversent la France et l'Angleterre*, 1746, cartes sur lesquelles le Bassin de Paris et Londres est si bien indiqué par les

1<sup>re</sup> Bande sablonneuse (T. tertiaire),

2<sup>e</sup> Bande marneuse (T. crétacé et jurassique),

3<sup>e</sup> Bande schisteuse ou métallique (T. plus anciens).

Ces deux cartes parurent dans les Mémoires de l'Académie des sciences, 1746, où elles furent suivies par d'autres établies dans le même esprit, et exécutées également par Philippe Buache :

de l'Egypte, de la Palestine et de la Syrie, 1751 ;  
du Canada et de la Louisiane, 1752 ;  
de la Suisse, 1752 ;  
de l'Auvergne, 1759 ;  
de Pologne, 1762.

Guettard y avait aussi donné deux cartes purement minéralogiques :

de l'Election d'Etampes, 1753 ;  
de la Champagne, 1754.

Mais lorsque Guettard eut été chargé, en 1763, de dresser la carte minéralogique de la France, il sembla ne plus vouloir faire que des cartes *minéralogiques*, découragé sans doute par l'accueil qui avait été fait à ses cartes *géognostiques*.

En effet, dans le premier cahier de 16 cartes publié en 1771, dix pour les pays à l'Est du méridien de Gisors, au N.-O. de Paris, exécutées par Dupain-Triel de 1766 à 1770, et six pour les pays environnant les Vosges méridionales, exécutées par le même de 1768 à 1770, il n'y a que cinq cartes portant des surfaces distinguées par un pointillé gravé limitant les alluvions ; deux pour la Seine, à partir de Melun, la Marne et l'Oise inférieures ; trois pour la plaine de l'Alsace, de Bâle par Colmar et Schlettstat au parallèle du Donon et de Strasbourg.

D'ailleurs si on se reporte au témoignage de ses collaborateurs pour ce grand travail, on voit Lavoisier dire en 1771 (*Œuvres de Lavoisier*, t. III, p. 259) :

« M. Guettard est le premier que je connaisse qui ait eu l'idée de  
» représenter sur des cartes géographiques la nature des substances  
» renfermées dans l'intérieur de la terre ; il s'est servi à cet effet de  
» caractères minéralogiques analogues à ceux que les anciens chimistes ont employés dès 1746. M. Guettard avait rassemblé assez d'observations pour dresser une carte minéralogique de la France, divisée par terrains ; elle se trouve dans les Mémoires de l'Académie. »

On voit Monnet dire en 1780 (*Atlas et description minéralogique de la France*, avant-propos, p. xi) :

« Il est fort facile de compter les hommes qui s'en sont occupés  
» (minéralogie géographique), ils sont en très petit nombre,  
» MM. Guettard et Desmarest en France, M. Tylas en Suède ;  
» MM. Foerber de Borne et Glaeser en Allemagne. Encore M. Guettard a-t-il la gloire de leur en avoir montré le chemin, et il est le  
» premier surtout qui ait montré qu'on pouvait faire connaître la  
» minéralogie d'un pays sur des cartes au moyen de caractères ou

» signes placés de distance en distance, et telles qu'elles sont ici  
» présentées. »

Le titre de la première carte de Guettard exprimait un nouvel ordre d'idées qui devait amener d'immenses progrès dans la science, et une précision inconnue jusqu'alors dans les observations locales. Mais l'*Idee* de Guettard, d'une portée si immense, fut complètement méconnue de ses contemporains, peut-être parce que leur auteur était et resta toujours trop en arrière de Linné et de Buffon dans ses travaux sur les corps organisés fossiles. En effet, son collaborateur et continuateur Monnet ne disait-il pas en 1780, presque à la veille de la première carte *géologique* coloriée (Atlas, p. 54) : « On a vu à Paris un mineur de mines de charbon montrer une carte minéralogique, où il faisait courir des veines de charbon d'un point à l'autre du globe. Ce système ressemble beaucoup à celui de M. Guettard, qui a divisé dans une carte la France en plusieurs bandes minérales; ils sont aussi fondés l'un que l'autre. »

C'est donc à Guettard que revient l'honneur de l'invention des cartes minéralogiques et surtout géognostiques où les surfaces de natures diverses sont différenciées par des hachures ou des points gravés, à moins qu'il ne doive être attribué à Ch. Packe qui, d'après M. Marcou, aurait en 1743 publié une carte des environs de Canterbury (Kent), que j'ai le regret de ne pas connaître.

Pour les cartes géologiques coloriées à la main, M. Marcou en rapporte l'invention à Werner (né le 25 septembre 1750 et mort le 30 juin 1817, à l'âge de soixante-sept ans), qui aurait publié des cartes à teintes pâles avec bordures-limites plus foncées. Mais à quelle époque aurait paru la première carte de Werner ? Bien certainement avant la publication de la *Carte géognostique des environs de Paris, par MM. Cuvier et Brongniart*, 1810, que M. Marcou indique comme la première carte à teintes uniformes.

Mais il y a une carte dans ces conditions bien plus ancienne, dont M. Marcou n'a pas eu connaissance, plus ancienne très probablement que celle de Werner, qui n'avait que trente-trois ans en 1783, époque de l'annonce et de la publication de celle dont je parle.

En effet, Lavoisier, dans un rapport fait avec Guettard et lu à l'Académie le 4 septembre 1783, disait (*Œuvres de Lavoisier*, t. IV, p. 400-1) : « M. de Barral veut profiter du séjour qu'il se propose de faire en Corse pour ajouter à son travail un nouveau degré de perfection, pour éclaircir les points qui restent en doute, pour rapprocher ses observations de la géographie et pour joindre à son mémoire, s'il lui est possible, une carte qui en rende l'intelligence



» plus facile. Son mémoire n'en sera alors que plus digne de l'ap-  
 » probation de l'Académie. »

L'auteur n'attendit pas [de nouveaux voyages en Corse et publia  
 immédiatement son travail dont voici le titre intégral :

*Mémoire sur l'histoire naturelle de l'Isle de Corse, avec un Catalogue  
 lythologique de cette Isle, et des Réflexions sommaires sur l'existence  
 physique de notre Globe, par M. Barral, Officier d'Infanterie, et Ins-  
 pecteur Général des Ponts et Chaussées de Corse. A Londres et se trouve  
 à Paris chez Molini, libraire, rue du Jardinet, Onfroy, libraire rue du  
 Hurepoix, 1783. In-8° de 126 pages accompagné d'une Carte physique  
 de l'Isle de Corse à limites de terrains en pointillé gravé, et à teintes  
 uniformes, sur laquelle, dit l'auteur :*

La couleur rouge indique les montagnes graniteuses ;

La couleur jaune les calcaires, schisteuses, etc. du 2<sup>e</sup> ordre ;

Le jaune foncé, les calcaires de nouvelle formation.

L'auteur avait séjourné treize ans en Corse et sa carte ne diffère  
 pas, on peut dire, de la *Carte géologique de la Corse*, à échelle moitié  
 moindre, que Jean Reynaud, sans faire la moindre allusion au travail  
 de Barral, publia cinquante ans plus tard, en 1833, dans les *Mémoi-  
 res de la Société géologique de France*, t. I, 1<sup>re</sup> partie, Pl. I, avec la  
 légende :

Terrain granitique (rose) ;

Terrain stratifié (bleu) ;

Dépôts tertiaires (jaune).

Cartes qui furent reproduites par la grande carte géologique de la  
 France en 1841 avec la légende :

y Terrains cristallisés primitifs (rose) ;

c<sup>2</sup> Terrain crétacé supérieur (jaune) ;

P Terrain tertiaire supérieur (fauve clair) ;

a<sup>2</sup> Alluvions et tourbe (gris).

Après la *Carte géognostique des environs de Paris*, 1810, à onze cou-  
 leurs, parurent en Angleterre les grandes cartes détaillées de ce pays  
 par Smith en 1816, et par Greenough en 1822, et en France l'*Essai  
 d'une carte géologique des Pays-Bas, de la France et de quelques contrées  
 voisines* par J.-J. d'Omalus d'Halloy en 1822, portant six couleurs,  
 la *Carte géognostique des Pyrénées*, par J. de Charpentier en 1823,  
 portant huit couleurs, etc.

C'est donc à Barral, sauf rectification peu probable en faveur de  
 Werner, que revient l'honneur de la première carte géologique du

modèle que nous suivons encore aujourd'hui, lorsqu'on n'a pas recours à la chromolithographie.

Quant au coloriage des cartes géologiques par des procédés mécaniques, la question est pour moi plus délicate à traiter et à élucider, car j'y suis personnellement intéressé. J'espère cependant l'exposer avec une complète impartialité.

En 1841, M. Leblanc, capitaine du génie et moi, préparateur de géologie au Muséum, nous dressâmes des *Coupes géologiques et topographiques des environs de Paris montrant le sol sur lequel sont assises les fortifications*, avec une petite carte et les fossiles caractéristiques. Elles furent faites pour le service des travaux des fortifications et prirent ensuite place dans l'atlas des cours de topographie de M. Leblanc à l'Ecole polytechnique.

Elles furent lithographiées comme à l'ordinaire, tirées en noir à l'imprimerie Kœppelin et Cie, quai Voltaire, 15; puis coloriées à l'aide de poncifs en papiers vernis épais ou en feuilles d'étain, ou en minces feuilles de laiton, découpés à jour, sur lesquels on passait la brosse imbibée de couleur. Comme il y avait huit couleurs les feuilles, d'abord imprimées en noir, passaient sous huit poncifs successifs. Ce coloriage mécanique exécuté par le jeune Thierry présentait des bavures ou des blancs lorsqu'il n'avait pas été fait avec assez de soin.

Ces coupes présentées à la Société géologique le 21 juin 1841 furent de suite mises en vente chez Andriveau-Goujon.

C'est par des procédés analogues que quatre ans plus tard, pendant mon voyage en Crète, M. Leblanc fit exécuter aussi par M. Thierry le coloriage de l'*Essai d'une carte géologique du globe terrestre* par Ami Boué, pour laquelle les remerciements de Silliman, directeur du *The American journal of science* étaient déjà arrivés à la Société géologique le 2 février 1846.

C'est aussi par ce procédé qu'a été coloriée sous la direction du graveur, M. Ch. Avril, en 1868, ma *Carte orographique et géognostique de l'île de Crète*. Les exemplaires en noir passaient successivement sous quatre poncifs pour les quatre principales couleurs; quelques taches de deux autres couleurs étaient ajoutées par moi-même à la main.

J'arrive enfin au coloriage des cartes géologiques par l'impression en couleurs, nommée *Chromolithographie*, pour lequel je me bornerai bien souvent à reproduire divers passages d'une note que j'ai fait insérer dans les *Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences*, (XX, p. 44-46, 6 janvier 1845).

« Lorsque j'eus à m'occuper en mars 1842 du coloriage de ma » *Carte géognostique du plateau tertiaire parisien*, guidé par des rai-

» sons d'économie et d'exactitude, je pensai à l'impression lithographique qui n'était pas encore appliquée aux cartes géologiques » tandis qu'elle l'était avec succès à la reproduction des tapisseries » et des vitraux, principalement par les maisons Lemercier et Engelmann. Je m'adressai successivement aux directeurs de ces deux » lithographies, mais tous deux refusèrent d'entreprendre le coloriage de ma carte en raison de ses grandes dimensions et de mes » exigences. En effet, d'une part ma carte et les coupes qui la bordent possèdent 0<sup>m</sup>,86 de largeur sur 0<sup>m</sup>,68 de hauteur, ce qui » donne 58 déc. car. 5 de surface, et d'autre part je ne voulais m'engager à recevoir que les exemplaires dans lesquels les erreurs de » repérage pour la carte seulement n'atteindraient pas 1<sup>mm</sup>. Au mois » de mai enfin je m'arrangeai avec M. Kœppelin. Il se mit à l'œuvre » et sept mois après, le 29 décembre 1842, M. Cordier présentait déjà » une épreuve d'essai dans son cours de géologie au Muséum, en traitant des terrains des environs de Paris. Ce ne fut toutefois que le » 13 février 1843 que je pus présenter à l'Académie un des premiers » exemplaires tirés, dans lequel les erreurs de repérage ne vont qu'à 1/2 mill. et encore n'est-ce que sur les bords de la carte, car » dans toute son étendue on n'aperçoit ni liséré blanc, ni empiétement bien prononcé des teintes les unes sur les autres. L'Académie voulut bien alors charger de faire un rapport, une commission composée de MM. Al. Brongniart, Cordier et Elie de Beaumont. » — C'est cette carte que M. Marcou, dit avoir été coloriée par le procédé des poncifs de M. Leblanc.

Suivent des détails sur l'exécution du coloriage qu'on peut lire au *Compte rendu* : il me suffira d'ajouter qu'au commencement de 1842, avant de l'entreprendre, M. Eug. Kœppelin savait qu'on faisait en Allemagne des essais couronnés d'un demi-succès ; qu'il savait aussi qu'à l'imprimerie royale MM. Dufrénoy et Elie de Beaumont avaient fait faire par le chef de la lithographie, M. Derenéesnil, pour le *Tableau d'assemblage de la carte géologique de la France*, des essais dont ils n'avaient pas été satisfaits et auxquels ils avaient renoncé ; que M. Kœppelin se chargea du tirage et du coloriage de ma carte à ses risques et périls, s'engageant en cas de réussite à livrer les cartes, dont le coloriage était fort compliqué, à un prix inférieur à celui du coloriage à la main.

M. Kœppelin se mit à l'œuvre et s'y dévoua, je puis le dire, corps et âme, ne reculant devant aucune peine personnelle à prendre, aucune dépense à faire pour l'établissement d'un outillage spécial ; il avait fait de la réussite une question d'honneur professionnel. Et les difficultés étaient grandes puisqu'il s'agissait d'une feuille ayant une

surface double de celle du *Tableau d'assemblage* pour lequel les essais n'avaient pas été satisfaisants.

« La précision apportée dans l'exécution de ce premier essai de  
» coloriage de cartes, appliqué à une feuille d'une aussi grande dimension, fut assez grande pour que sur 500 exemplaires je n'aie  
» été obligé d'en refuser que 50, c'est-à-dire *un sur dix*, dans lesquels  
» les erreurs de repérage atteignent ou dépassent un millimètre.

» J'ajouterai enfin que la Société géologique de France a publié  
» en mai 1843 une carte géologique du département de l'Aisne, format  
» grand aigle (47 déc. car.), et en janvier 1844 une carte géologique  
» de l'Auvergne, format demi grand aigle (24 déc. car.), toutes deux  
» imprimées en couleurs par M. Simon (et par M. Kœppelin). Enfin  
» M. Kœppelin lui-même a déjà imprimé en couleur pour l'ouvrage  
» intitulé : *Patria* qui paraîtra à la fin de 1845, un certain nombre  
» d'exemplaires de deux petites cartes et de coupes géologiques de  
» la France et des environs de Paris dont je prie l'Académie de recevoir un exemplaire. »

Les trois planches de *Patria* formaient une feuille de 35 c. sur 22 c. soit 7 déc. car. 7 tirée à quatre couleurs sans compter le noir. Et depuis 1847 *Patria*, avec ses planches imprimées en couleurs, est entre les mains de tout le monde.

En présence de ces résultats satisfaisants qui ouvraient une ère nouvelle pour le coloriage des cartes géologiques, MM. Dufrénoy et Elie de Beaumont firent reprendre les essais à l'imprimerie royale et 22 mois après la publication de ma grande carte, M. Dufrénoy déposait à l'Académie des sciences le 23 décembre 1844 un exemplaire du *Tableau d'assemblage* et une note de M. Derenèsmesnil sur le procédé de coloriage, qui motiva ma communication du 6 janvier 1845 qui se terminait ainsi :

« Des faits que je viens d'exposer et dont l'exactitude ne me  
» semble pas susceptible de contestation je crois pouvoir avancer :

» 1<sup>o</sup> Que depuis près de deux ans déjà le problème du coloriage  
» des cartes par impression lithographique est résolu en France et  
» que l'honneur en appartient à l'industrie privée et en particulier à  
» M. Eugène Kœppelin.

» 2<sup>o</sup> Qu'on est dans l'erreur en attribuant à M. Derenèsmesnil l'invention du coloriage des cartes par impression lithographique et en avançant (*C. R. de l'Ac.*, séance du 23 septembre 1844, p. 1395 et 1397) que les lithographes ont échoué devant les difficultés réelles que présente la coloriation des cartes, qu'ils considèrent encore aujourd'hui comme impraticable, et que des causes d'erreur ont jusqu'à



» *présent arrêté les imprimeurs dans leurs tentatives de coloriage lithographique appliqué aux cartes.*

» 3<sup>e</sup> Qu'on est fondé seulement à revendiquer pour M. Derenèmesnil l'honneur d'être arrivé 22 mois après M. Kœppelin à une grande perfection ; perfection que ce dernier aurait peut-être atteinte de son côté s'il avait eu à exécuter le coloriage d'une nouvelle carte géologique de grande dimension.

» 4<sup>e</sup> Enfin que M. Kœppelin a eu à surmonter des difficultés bien autrement grandes que celles que M. Derenèmesnil a vaincues si heureusement, puisque d'une part il n'avait pas encore de précédents pour lui servir de guide, et que d'autre part la *Carte géognostique du plateau tertiaire parisien* offre une superficie de 58,5 déc. car. tandis que le *Tableau d'assemblage de la carte géologique de la France* ne possède qu'une surface de 29,6 déc. car., c'est-à-dire de la moitié seulement. »

Hors de Paris on imprima aussi de grandes cartes géologiques, je puis citer la *Carte agronomique et géologique de l'arrondissement d'Avallon*, par M. Belgrand, de plus de 28 déc. car., imprimée en quatre couleurs et le noir par Perriquet à Auxerre et qui parut dans l'*Annuaire statistique de l'Yonne* pour 1834.

Cependant le coloriage par la chromolithographie n'est pas exempt de défauts, même lorsque le repérage est parfait, comme pour la belle *Carte géologique de l'Europe* de l'Imprimerie impériale.

D'une part l'intensité des teintes varie beaucoup d'un exemplaire à l'autre, et lorsqu'il s'agit, comme pour celle-ci, d'une carte en plusieurs feuilles et à couleurs nombreuses il est on peut dire impossible de composer un exemplaire à teintes uniformes dans ses diverses feuilles ; le rose des terrains primitifs de la Scandinavie est le fauve clair du terrain diluvien de l'Allemagne septentrionale étaient forts différents sur les deux feuilles septentrionales contiguës de l'exemplaire que M<sup>me</sup> veuve André Dumont voulut bien m'adresser conformément au désir de son mari, par suite de ma collaboration pour l'île de Crète.

Et d'autre part, comme pour les cartes coloriées à la main, les couleurs pâlissent à la suite d'une exposition à la lumière même diffuse ; ainsi dans la carte précitée exposée sous verre depuis sa réception à la fin de 1837, le rose des terrains primitifs a presque complètement disparu.

L'idée des cartes imprimées en couleurs n'appartient certainement pas à M. Kœppelin, puisqu'en 1842 il y avait déjà la carte allemande de Russegger et les essais de l'Imprimerie royale ; mais n'appartiendrait-elle pas à un autre Français ?

Un des fondateurs de la Société géologique de France en 1830, M. Félix de Roissy, né le 6 novembre 1771 et mort le 17 mai 1843, presque à 72 ans, était fixé à Paris depuis 1820 et une lithographie fonctionnait en son nom. A la vente de ses livres, le 6 mars 1844, j'ai acheté un carton de cartes diverses, et parmi elles se trouvait la petite carte d'Europe d'un atlas lithographié par Senefelder qui avait été le sujet d'un essai de coloriage politique par impression lithographique; celui-ci qui était fort mal repéré, à 2 millimètres près, paraît bien avoir été fait avec une seconde et seule pierre sur laquelle on avait appliqué huit couleurs différentes réparties en 30 surfaces de grandeurs très variées, depuis 1 millimètre (Iles Féroé) jusqu'à 1 décimètre carré (Russie).

Cet essai de carte imprimée en couleurs, dont le papier était déjà fortement jauni quand je l'ai acheté, devait être, à n'en pas douter, vu aussi l'âge de M. de Roissy, antérieur peut-être de dix à quinze années aux cartes allemandes.

---



# COMPOSITION DU BUREAU DE LA SOCIÉTÉ

POUR L'ANNÉE 1889

*Président* : M. HÉBERT.

*Vice-Présidents* :

M. M. BERTRAND. | M. FAYOL. | M. HOVELACQUE. | M. ARNAUD.

*Secrétaires* :

*Vice-Secrétaires* :

M. J. SEUNES, pour la France.  
M. R. NICKLES, pour l'Etranger.

M. J. BERGERON.  
M. M. BOULE.

*Trésorier* : M. BIOCHE.

*Archiviste* : M. FERRAND DE MISSOL.

*Membres du Conseil* :

M. SCHLUMBERGER.  
M. DE LAPPARENT.  
M. CAREZ.  
M. PARRAN.

M. MICHEL-LÉVY  
M. DE MARGRIE.  
M. VÉLAIN.  
M. COTTEAU.

M. ZEILLER.  
M. VASSEUR.  
M. A. GAUDRY.  
M. DOUVILLÉ.

*Commissions*.

*Bulletin* : MM. DOUVILLÉ, GAUDRY, DE LAPPARENT, SCHLUMBERGER, BERTRAND.

*Mémoires* : MM. A. GAUDRY, MUNIER-CHALMAS, DE LAPPARENT.

*Comptabilité* : MM. JANNETTAZ, PARRAN, FERRAND DE MISSOL.

*Archives* : MM. MOREAU, BIOCHE, SCHLUMBERGER.

## Table des articles contenus dans les feuilles 53-60 (t. XVI)

Roussel.	— Nouvelles observations sur les terrains primaires et les terrains secondaires des Pyrénées (suite).	833
Rolland.	— Note sur la géologie du Djebel Zaghouan (Tunisie)	847
Rouville (de)	— Note sur la région paléozoïque orientale de l'Hérault au point de vue de la faune première.	848
Jacquot.	— Note sur le gisement et la composition du système triasique, dans la région pyrénéenne.	850
Welsch.	— Sur les Éboulis quaternaires à Helix des environs d'Alger.	877
Welsch.	— Le terrain pliocène de la Vallée de l'Ouet-Nador.	881
Toucas.	— Note sur le Jurassique supérieur et le crétacé inférieur de la Vallée du Rhône.	903
Wallerant.	— Des Sphérolites des roches siliceuses et de leur mode de formation.	927
Bergeron.	— Réponse au Dr Frech de Halle.	933
Raulin.	— Histoire des Cartes géologiques.	947



## PUBLICATIONS DE LA SOCIÉTÉ

**Bulletin.** — Les Membres n'ont droit de recevoir que les volumes des années pour lesquelles ils ont payé leur cotisation. Ils ne peuvent se procurer les autres qu'en les payant (Art. 58 du règl.).

La 1<sup>re</sup> série (1830-1843) est composée de 14 vol., qui, pris séparément, se vendent :

Aux Membres.		Au public	Aux Membres.		Au public
Le t. I, épuisé.			Le t. IX.....	15 fr.	25 fr.
Le t. II.....	20 fr.	30 fr.	Les t. X et XI chacun .	10	20
Le t. III.....	30	50	Le t. XII.....	20	30
Les t. IV, V et VI, épuisés.			Le t. XIII épuisé.....		
Les t. VII et VIII.....	45	20	Le t. XIV.....	5	15

La 2<sup>e</sup> série (1844-1872) comprend 29 vol., qui, pris séparément, se vendent :

Aux Membres.		Au public	Aux Membres.		Au public
Les t. I, II, III et IV épuisés.			Le t. XVIII.....	20	40 fr.
Le t. V.....	20 fr.	40 fr.	Le t. XIX épuisé.		
Les t. VI à XI, chacun..	15	30	Le t. XX.....	30 fr.	50
Le t. XII.....	20	40	Les t. XXI à XXIX, ch.	10	30
Les t. XIII à XVII chac.	15	30			

La 3<sup>e</sup> série (1873) est en cours de publication.

Aux Membres.		Au public	Aux Membres.		Au public
Les t. I à XII, chacun.	15 fr.	30 fr.	Le t. XIV.....	15	30 fr.
Le t. XIII.....	15	30 fr.	Le t. XV.....	15	30 fr.

**Mémoires.** 1<sup>re</sup> série, 5 vol. in-4° (1833-1843). Le prix est de 120 fr. pour les Membres, de 200 fr. pour le public. La 1<sup>re</sup> partie du t. I et la 2<sup>e</sup> du t. II ne se vendent pas séparément. Le prix de chacune des autres parties est de 10 fr. pour les Membres, et de 18 fr. pour le public.

2<sup>e</sup> série, 10 vol. in-4° (1844-1877). Les t. I et II, III, IV (1<sup>re</sup> partie), V, VI (2<sup>e</sup> partie) et 1<sup>re</sup> partie du t. VII sont épuisés. Le prix des autres demi-volumes des t. III à VI est de 8 fr. pour les Membres, de 15 fr. pour le public. Les t. VII à X se vendent :

Aux Membres.		Au public	Aux Membres.		Au public
T. VII. — (Complet).	20 fr.	40 fr.	T. IX. — Mémoire n° 2	1 50	2 fr. 50
Mémoire n° 1 ne se vend pas séparément.			Mémoire n° 3	5 fr.	10
Mémoire n° 2	7	13	Mémoire n° 4	4	8
Mémoire n° 3	8	15	Mémoire n° 5	7	12
T. VIII. — Mémoire n° 1	8	15	T. X. — Mémoire n° 1	5	10
Mémoire n° 2	6	11	Mémoire n° 2	5	10
Mémoire n° 3	8	17	Mémoire n° 3	6 50	12
T. IX. — Mémoire n° 1	8	15	Mémoire n° 4	12	30

3<sup>e</sup> série, en cours de publication (1877).

Aux Membres.		Au public	Aux Membres.		Au public
T. I. — Mémoire n° 1	3 fr.	8 fr.	T. II. — Mémoire n° 4	4	7 fr.
— Mémoire n° 2	5	12	T. III. — Mémoire n° 1	8	15
— Mémoire n° 3	8	20	— Mémoire n° 2	4	7
— Mémoire n° 4	3	6	— Mémoire n° 3	20	35
— Mémoire n° 5	5	10	T. IV. — Mémoire n° 1	4	7
T. II. — Mémoire n° 1	5	8	— Mémoire n° 2	7	14
— Mémoire n° 2	3	5	— Mémoire n° 3	12	25
— Mémoire n° 3	12	25	T. V. — Mémoire n° 1	13	30